

G

UNIVERSITÉ DE SHERBROOKE

Élaboration d'une grille d'analyse de matériels didactiques informatisés pour  
l'apprentissage de la numération au premier cycle du primaire

par

Maryse Beaulieu

Mémoire présenté à la Faculté d'éducation  
en vue de l'obtention du grade de  
Maître ès arts (M.A.)  
Maîtrise en sciences de l'Éducation

V - 606

Avril 2003

© Maryse Beaulieu, 2003

Cette recherche montre les étapes qui ont servi à développer une grille d'analyse de matériel didactique informatisé (MDI) touchant la numération au premier cycle du primaire. Une fois le cadre théorique établi, les critères de la grille sont développés en lien étroit avec ce dernier. Ils sont ensuite soumis à un processus de validation : trois expertes en didactique des mathématiques et trois expertes de l'application pédagogique de l'ordinateur (APO) ont commenté la grille. Suite à cette étape, il y a modification des critères. Puis, une mise à l'essai est faite avec trois MDI qui abordent l'apprentissage de la numération au premier cycle du primaire. Cet outil vise aider les enseignants à mieux situer la contribution de ces matériels éducatifs à leur enseignement. De plus, nous souhaitons qu'il puisse inspirer les concepteurs de MDI afin de produire du matériel de qualité qui répondra davantage aux exigences du Ministère et du milieu scolaire.

-----  
152 mots



## SOMMAIRE

L'initiation à l'usage des outils informatiques des élèves du primaire au Québec est maintenant bien amorcée. De ce fait, il n'est pas rare qu'on retrouve dans les classes du matériel didactique informatisé destiné à divers apprentissages scolaires. Ce type de matériel étant relativement nouveau et abondant sur le marché, le projet présenté ici souhaite développer une grille d'analyse en vue de fournir aux enseignants et aux enseignantes des pistes pour mieux saisir l'apport de ce matériel didactique informatisé (MDI) dans les apprentissages des élèves. Ce mémoire décrit le parcours d'élaboration d'une grille d'analyse de matériels didactiques informatisés pour l'apprentissage de la numération au premier cycle du primaire.

Il existe déjà des grilles générales d'analyse afin d'apprécier le matériel dans son ensemble comme le fait le *Guide d'évaluation de matériel didactique informatisé* du ministère de l'Éducation (Gouvernement du Québec, 2002) ou encore la grille de Maigne (1987) ou celle de Rhéaume (1996), mais puisque celles-ci sont limitées dans l'information qui peut servir à l'enseignement, nous nous sommes proposée d'en élaborer une qui soit plus spécifique à un contenu d'apprentissage. Pour les fins de notre projet, la grille d'analyse que nous avons élaborée aide à situer l'apport des MDI dans l'apprentissage et l'enseignement de la numération. Ce choix repose sur le fait que la numération constitue une notion importante au premier cycle du primaire (environ 50% du temps d'enseignement) et qu'elle est aussi la base d'autres notions mathématiques, telles les opérations arithmétiques (addition, soustraction, multiplication et division).

Un matériel didactique informatisé est aussi un outil qui offre le potentiel d'établir une interaction avec l'utilisateur, ce que ne peut faire le manuel scolaire. Ainsi, nous intégrons à notre grille un deuxième volet de critères qui permettent d'apprécier

comment les concepteurs et les conceptrices de matériels didactiques informatisés tiennent compte de l'environnement informatique dont ils disposent. Cet aspect est d'autant plus important que, comme le rappelle le *Programme de formation de l'école québécoise* (Gouvernement du Québec, 2001b), l'élève doit être actif dans ses apprentissages, il doit pouvoir interagir avec d'autres et confronter ses idées. Un MDI peut dans une certaine mesure permettre une interaction et nous voulons cerner si cela est présent et surtout de quelle nature sont ces interactions potentielles.

Une fois les critères de la grille développés, nous les avons soumis à un processus de validation. Trois expertes en didactique des mathématiques et trois expertes de l'application pédagogique de l'ordinateur (APO) ont examiné, évalué et commenté la grille afin de nous permettre d'en faire la mise au point. Ensuite, nous avons expérimenté la grille avec trois matériels didactiques informatisés qui abordent l'apprentissage de la numération au premier cycle du primaire. Cette mise à l'essai nous a permis de mettre à l'épreuve notre outil pour juger de sa fonctionnalité. De plus, cette dernière opération a dressé un premier portrait de la situation pour trois MDI qui abordent la numération.

L'analyse effectuée par les expertes a montré que, dans la très grande majorité, les critères de la grille étaient pertinents et clairs. Seuls 15 critères ont été reformulés sur 141 critères soumis et 8 critères ont été retirés de la grille. Quant à la mise à l'essai de la grille, il apparaît que celle-ci est facile d'utilisation, mais son interprétation est toutefois difficile parce qu'il n'y a pas de distinction entre les critères fondamentaux, tels ceux à la base des notions mathématiques, et ceux plus secondaires, comme ceux reliés à la diversité du matériel ou des activités. Ainsi, il est possible de bien observer les aspects présents ou absents dans les MDI, mais il est difficile de juger si le logiciel fait bien ce qu'il prétend faire faute de pouvoir vite repérer les critères qui pourraient attester de la qualité pédagogique et didactique du MDI.

Cet ensemble d'opérations, élaboration des critères, expertise et mise à l'essai, se veut une démarche rigoureuse pour assurer une validité à la grille d'analyse développée ici. Cependant, bien que nous tentons d'être la plus systématique et la plus rigoureuse possible à chacune des opérations effectuées, notre grille n'a pas franchi toutes les étapes de développement qui pourraient assurer sa validité complète et sa fidélité. Toutefois, cet essai possède une certaine validité conceptuelle et permettra à d'autres chercheurs de mener d'autres travaux à partir de celle-ci.

Nous souhaitons que notre grille devienne un outil d'appréciation du matériel didactique informatisé pour les enseignants et les enseignantes en pratique. De plus, nous espérons bien modestement que notre outil d'évaluation et d'analyse puisse inspirer les concepteurs et les conceptrices de MDI afin de produire du matériel de qualité qui répondra davantage aux exigences du Ministère et du milieu scolaire.



## LA TABLE DES MATIÈRES

<b>SOMMAIRE.....</b>	<b>3</b>
<b>REMERCIEMENTS.....</b>	<b>15</b>
<b>INTRODUCTION.....</b>	<b>16</b>
<b>PREMIER CHAPITRE – LA PROBLÉMATIQUE.....</b>	<b>20</b>
1. LA RÉFORME DU CURRICULUM SCOLAIRE .....	20
2. LES TECHNOLOGIES DE L'INFORMATION ET DES COMMUNICATIONS À L'ÉCOLE .....	22
3. LE MATÉRIEL DIDACTIQUE INFORMATISÉ ET L'ÉCOLE: UN MARIAGE DIFFICILE .....	23
3.1 Du côté des concepteurs et des conceptrices de MDI.....	23
3.2 Du côté des enseignants et des enseignantes.....	25
4. LE MATÉRIEL DIDACTIQUE INFORMATISÉ ET LES MATHÉMATIQUES .....	27
5. LES ANGLES D'ÉVALUATION .....	28
5.1 Le contenu d'apprentissage visé: la numération.....	28
5.2 L'interactivité d'un MDI.....	30
6. LES OBJECTIFS DE RECHERCHE.....	31
6.1 Objectif général de recherche.....	31
6.2 Objectifs spécifiques.....	31
6.2.1 Objectif spécifique premier.....	31
6.2.2 Objectif spécifique second.....	32
<b>DEUXIÈME CHAPITRE – LE CADRE CONCEPTUEL.....</b>	<b>33</b>
1. LE MODÈLE D' APPRENTISSAGE PRIVILÉGIÉ.....	33
1.1 Les recherches en didactique des mathématiques.....	33
1.2 Les recherches en technologies éducatives.....	35
1.3 Points de convergences.....	37
2. LES PRINCIPALES CARACTÉRISTIQUES LIÉES À L' APPRENTISSAGE DE LA NUMÉRATION.....	38

2.1	Les principales composantes du système positionnel de numération décimale.....	39
2.1.1	Le principe de groupement et de regroupement.....	39
2.1.2	Le principe de position.....	40
2.1.3	Les dix symboles graphiques.....	41
2.2	Les principales difficultés rencontrées dans l'apprentissage et l'enseignement de la numération.....	42
2.2.1	Les difficultés attachées à l'écriture conventionnelle.....	43
2.2.1.1	Une conception de l'écriture « séquence de chiffres ».....	43
2.2.1.2	Une conception de l'importance du zéro dans l'écriture.....	45
2.2.1.3	Une conception « collection » de l'écriture des nombres.....	46
2.2.2	Les difficultés attachées au traitement de l'écriture dans les procédures de calcul.....	49
2.2.2.1	Une conception attachée à la retenue ou à l'emprunt.....	49
2.2.2.2	Difficulté à coordonner deux groupements différents simultanément.....	51
2.2.3	Difficultés attribuables à la différence entre la désignation écrite et la désignation orale des nombres.....	52
2.3	La numération et le <i>Programme de formation de l'école québécoise</i> .....	55
2.3.1	Les « Savoirs essentiels » en mathématiques qui touchent la numération au premier cycle du primaire.....	56
2.3.2	Les « Repères culturels » en mathématiques.....	57
3.	ÉTABLIR UN PORTRAIT DE L'INTERACTIVITÉ DU MDI.....	58
3.1	La structuration du contenu.....	60
3.2	L'assistance à l'élève.....	61
4.	VERS LA VALIDITÉ DE LA GRILLE D'ANALYSE.....	63
<b>TROISIÈME CHAPITRE – LA MÉTHODOLOGIE.....</b>		<b>65</b>
1.	L'ÉLABORATION DES CRITÈRES DE LA GRILLE.....	65
2.	LA VALIDATION DE LA GRILLE.....	65
2.1	La validité.....	66
2.2	Description de la démarche de validation.....	68
3.	MISE À L'ESSAI DE LA GRILLE.....	70
3.1	Sélection des matériels éducatifs informatisés.....	70
3.2	Démarche d'analyse des données.....	71

<b>QUATRIÈME CHAPITRE – ÉLABORATION DES CRITÈRES DE LA GRILLE D'ANALYSE.....</b>	<b>73</b>
1. CRITÈRES RELATIFS À LA NUMÉRATION.....	73
1.1 Le matériel de groupement et de regroupement (Section A–Volet I).....	74
1.2 Nombres et numération (Section B–Volet I).....	75
1.3 Numération et opérations (Section C–Volet I).....	77
1.4 Désignations orales et écrites (Section D–Volet I).....	78
1.5 Culture, société et numération (Section E–Volet I).....	79
2. CRITÈRES RELATIFS À L'INTERACTIVITÉ DE MDI.....	81
2.1 La structuration du contenu (Section A–Volet II).....	81
2.1.1 L'organisation de l'information (Sous-section A1).....	82
2.1.2 L'accessibilité de l'information (Sous-section A2).....	83
2.1.3 Le contrôle de l'information (Sous section A3).....	85
2.2 L'assistance à l'élève (Section B–Volet II).....	86
2.2.1 Assistance fonctionnelle (Sous-section B1).....	86
2.2.2 Assistance tactique (Sous-section B2).....	87
2.2.3 Assistance pédagogique–didactique (Sous-section B3).....	88
<b>CINQUIÈME CHAPITRE – RÉSULTATS ET INTERPRÉTATION.....</b>	<b>91</b>
1. VALIDATION DE LA GRILLE.....	91
1.1. Consultation auprès des expertes.....	91
1.1.1 Regard des expertes du contenu mathématique sur le volet numération.....	92
1.1.2 Regard des expertes de l'APO sur le volet interactivité.....	97
2. MISE À L'ESSAI DE LA GRILLE.....	101
2.1 <i>Fête et Maths</i> .....	103
2.1.1 Présentation du MDI <i>Fête et Maths</i> .....	103
2.1.2 Résultats de l'analyse du MDI <i>Fêtes et maths</i> .....	108
2.2 <i>Français, maths avec Oscar</i> (6–7 ans).....	116
2.2.1 Présentation du MDI <i>Français, maths avec Oscar</i> .....	116
2.2.2 Résultats de l'analyse du MDI <i>Français, maths avec Oscar</i> .....	122
2.3 <i>Voyage au fond des maths</i> (5–8 ans).....	132
2.3.1 Présentation du MDI <i>Voyage au fond des maths</i> .....	132
2.3.2 Résultats de l'analyse du MDI <i>Voyage au fond des maths</i> .....	137
3. SYNTHÈSE DE LA MISE À L'ESSAI.....	143
3.1 Comparaison des résultats des MDI analysés.....	144
3.2 Commentaires critiques quant à certaines parties de la grille.....	147



<b>CONCLUSION.....</b>	<b>150</b>
<b>RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....</b>	<b>156</b>
<b>Annexe A – Exemple du document remis aux expertes de l’APO.....</b>	<b>165</b>
<b>Annexe B – Exemple du document remis aux expertes en didactique des mathématiques.....</b>	<b>190</b>
<b>Annexe C – Liste des MDI disponibles au CRP.....</b>	<b>211</b>
<b>Annexe D – Liste des MDI choisis pour la mise à l’essai.....</b>	<b>218</b>
<b>Annexe E – Grille d’analyse telle qu’utilisée pour la mise à l’essai.....</b>	<b>220</b>
<b>Annexe F – Compilation des résultats numériques.....</b>	<b>234</b>

## LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1	Pistes d'amélioration pour remédier à une conception de l'écriture «séquence de chiffres».....	45
Tableau 2	Pistes d'amélioration pour remédier à une conception de l'importance du zéro dans l'écriture.....	46
Tableau 3	Pistes d'amélioration pour remédier à une conception «collection» de l'écriture des nombres.....	49
Tableau 4	Pistes d'amélioration pour remédier à la difficulté une conception attachée à la retenue et à l'emprunt.....	51
Tableau 5	Piste d'amélioration pour remédier à la difficulté de coordonner deux groupements différents simultanément.....	52
Tableau 6	Pistes d'amélioration pour remédier aux difficultés attribuables à la différence entre la désignation écrite et la désignation orale des nombres.....	55
Tableau 7	Pistes des « Savoirs essentiels » à retenir pour l'élaboration des critères.....	57
Tableau 8	Pistes des « <i>Repères culturels</i> » à retenir pour l'élaboration des critères.....	58
Tableau 9	Critères de la section matériel de groupement et de regroupement (Section A).....	75
Tableau 10	Critères de la section nombres et numération (Section B).....	76
Tableau 11	Critères de la section numération et opérations (Section C).....	77
Tableau 12	Critères de la section désignations orales et écrites (Section D).....	78
Tableau 13	Critères de la section culture, société et numération (Section E).....	80
Tableau 14	Critères relatifs l'organisation de l'information (A1).....	83
Tableau 15	Critères relatifs à l'accessibilité de l'information (A2).....	84
Tableau 16	Critères relatifs au contrôle de l'information (A3).....	85
Tableau 17	Critères relatifs à l'assistance fonctionnelle (B1).....	86
Tableau 18	Critères relatifs à l'assistance tactique (B2).....	87
Tableau 19	Critères relatifs à l'assistance pédagogique–didactique (B3).....	89
Tableau 20	Résultats de l'appréciation des expertes en numération.....	93
Tableau 21	Les critères éliminés du <i>Volet I</i> de la grille d'analyse.....	94
Tableau 22	Modifications aux critères du <i>Volet I</i> de la grille.....	95
Tableau 23	Critères pris en compte et retenus.....	96
Tableau 24	Résultats de l'appréciation des expertes de l'APO.....	98
Tableau 25	Les critères éliminés du <i>Volet II</i> de la grille d'analyse.....	99
Tableau 26	Modifications aux critères du <i>Volet II</i> de la grille.....	100



Tableau 27	Critères changés de thème.....	101
Tableau 28	Principales observations qui ressortent de l'analyse du MDI <i>Fête et Maths</i> .....	114
Tableau 29	Principales observations qui ressortent de l'analyse du MDI <i>Français, maths avec Oscar</i> .....	129
Tableau 30	Principales observations qui ressortent de l'analyse du MDI <i>Voyage au fond des maths</i> .....	141
Tableau 31	Faits saillants des résultats numériques de l'analyse.....	145

## LISTES DES FIGURES

Figure 1	Exemple japonais de l'écriture des nombres.....	40
Figure 2	Exemple de la conception de l'écriture «séquence de chiffres».....	44
Figure 3	Exemple de l'illustration que les enfants voyaient lors de l'expérience.....	46
Figure 4	Exemple d'une activité qui favorise la conception «collection» de l'écriture des nombres.....	47
Figure 5	Exemple d'erreurs dans les procédures de calcul.....	50
Figure 6	Exemple d'une activité qui demande de coordonner plusieurs groupements.....	51
Figure 7	Page d'accueil et menu principal du MDI <i>Fête et Maths</i> .....	103
Figure 8	L'activité <i>le palais du rire</i> du MDI <i>Fête et Maths</i> .....	104
Figure 9	Formation d'une collection dont le nombre est précisé directement.....	105
Figure 10	Formation d'une collection dont le nombre est donné sous forme d'une équation.....	106
Figure 11	Formation d'une collection dont le nombre est donné directement.	107
Figure 12	Formation d'une collection dont le nombre est donné sous forme d'une équation.....	107
Figure 13	Exemple de la méga –bulle formée automatiquement avec dix éléments en place.....	109
Figure 14	Activité d'introduction au processus conventionnel des opérations	110
Figure 15	Exercice qui présente une opération à compléter dans l'activité des <i>Accroclowns</i> .....	111
Figure 16	Page d'accueil et menu principal de <i>Français, maths avec Oscar</i> ..	117
Figure 17	Exemple du choix de la discipline, symbolisée chacune par un livre.....	118
Figure 18	Exemple du choix des chapitres et des thèmes.....	118
Figure 19	Exemple d'une leçon sur les nombres de 0 à 69.....	119
Figure 20	Exemple d'une activité proposée en mode <i>Entraînement</i> suite à la leçon illustrée à la figure précédente.....	119
Figure 21	Exemple illustrant l'activité de <i>Performance</i> .....	121
Figure 22	Endroit où on revient quand on termine une manche de <i>Performance</i> .....	121
Figure 23	Exemple de la fixité du matériel et de la petite taille des éléments présentés.....	123

Figure 24	Extrait du thème <i>Des écritures additives</i> .....	124
Figure 25	Exemple d'une occasion ratée de faire valoir la désignation orale particulière des nombres 70 à 90.....	125
Figure 26	Exemple d'une occasion ratée de faire valoir la désignation orale particulière des nombres 21 (vingt-et-un) et 31 (trente-et-un).....	125
Figure 27	Exemple d'activité où l'élève doit écrire des nombres en lettres.....	126
Figure 28	Le menu principal ou le pont où Bibot accueille les participants....	132
Figure 29	Exemple d'une tâche de dénombrement dans l'activité <i>des Bulles</i> .	133
Figure 30	Exemple d'une opération à résoudre dans l'activité <i>des Bulles</i> .....	134
Figure 31	Exemple d'une tâche à accomplir au degré 2 de la <i>Plage aux otaries</i> .....	135
Figure 32	Exemple de l'activité de la Calculatrice à poissons.....	136
Figure 33	Exemple de faiblesse du matériel présenté dans l'activité de la <i>Plage aux otaries</i> .....	138

*À Diane, pour ses conseils  
À Martin, pour son soutien  
À Nancy, pour son exemple  
et surtout pour son amitié*

## **REMERCIEMENTS**

La réalisation de ce travail n'aurait pas été possible sans l'aide de plusieurs personnes. À commencer par les judicieux conseils de la professeure Diane Biron, directrice de recherche de ce projet. J'aimerais saluer par la même occasion sa générosité ainsi que sa très grande disponibilité.

Je tiens également à remercier chaleureusement les personnes qui ont agi comme expertes pour l'appréciation des critères de la grille d'analyse.

Je remercie également, pour leur patience et leur minutie, les personnes qui ont fait la révision linguistique du document: monsieur Bruno Lemieux et mesdames Diane Biron, Nancy Chaput et Chantal Lefebvre.

J'aimerais souligner que ce travail a été grandement facilité grâce à l'accessibilité du matériel éducatif informatisé du Centre de Ressources pédagogiques de l'Université de Sherbrooke (CRP).

Et enfin, je remercie Martin Aubé pour son soutien constant et ses précieux conseils ayant trait à l'utilisation efficace des outils informatiques.



## INTRODUCTION

Au cours de la dernière décennie, le système scolaire québécois a vécu de nombreux changements dont, le plus connu et le plus récent, la réforme du curriculum scolaire au préscolaire et au primaire (Gouvernement du Québec, 2001*b*). Un des changements majeurs proposés dans ce nouveau curriculum est l'intensification de la place des nouvelles technologies de l'information et de la communication (TIC) dans la formation des jeunes. Une compétence lui est d'ailleurs attribuée. Toutefois, celle-ci n'est pas sans occasionner des problèmes d'application. En effet, malgré les sommes importantes investies à fournir des équipements aux écoles (Gouvernement du Québec, 2000), le manque de préparation et de formation des enseignants ainsi que le peu de matériel adéquat à utiliser avec les élèves (Gouvernement du Québec, 2001*a*) sont autant de facteurs qui ralentissent l'intégration des TIC à l'enseignement. Aussi, il est légitime de se demander ce qui est fait ou prévu pour corriger la situation.

Le projet s'inscrit dans le courant des travaux qui souhaitent fournir aux enseignants et aux enseignantes des pistes en vue d'intégrer les outils informatiques à leur enseignement. Plus spécifiquement, nous avons bâti une grille d'analyse de matériel didactique informatisé (MDI) afin d'aider les enseignants et les enseignantes à mieux situer la contribution de ces matériels éducatifs à leur enseignement. Il existe déjà des grilles générales d'analyse afin d'apprécier le matériel dans son ensemble comme le fait le *Guide d'évaluation de matériel didactique informatisé* du ministère de l'Éducation (Gouvernement du Québec, 2002) ou encore la grille de Mataigne (1987) ou celle de Rhéaume (1996), mais puisque celles-ci sont limitées dans l'information qui peut servir à l'enseignement, nous nous sommes proposée d'en élaborer une qui soit plus spécifique à un contenu d'apprentissage. Pour les fins de notre projet, la grille d'analyse que nous avons élaborée aide à situer l'apport des

MDI dans l'apprentissage et l'enseignement de la numération. Ce choix repose sur le fait que la numération constitue une notion importante au premier cycle du primaire (environ 50% du temps d'enseignement) et qu'elle est aussi la base d'autres notions mathématiques, telles les opérations arithmétiques (addition, soustraction, multiplication et division).

La grille d'analyse des MDI que nous avons élaborée en numération tient compte à la fois de travaux de recherche sur la numération qui permettent d'identifier les caractéristiques de notre système de numération, ceux qui identifient les principales difficultés reliées à l'apprentissage de la numération, et ceux qui mettent en évidence des pistes en vue d'aider à l'apprentissage.

Un matériel didactique informatisé est aussi un outil qui offre le potentiel d'établir une interaction avec l'utilisateur, ce que ne peut faire le manuel scolaire. Ainsi, nous intégrons à notre grille un deuxième volet de critères qui permettent d'apprécier comment les concepteurs et les conceptrices de matériels didactiques informatisés tiennent compte de l'environnement informatique dont ils disposent. Cet aspect est d'autant plus important que, comme le rappelle le *Programme de formation de l'école québécoise* (Gouvernement du Québec, 2001b), l'élève doit être actif dans ses apprentissages, il doit pouvoir interagir avec d'autres et confronter ses idées. Un MDI peut dans une certaine mesure permettre une interaction et nous voulons cerner si cela est présent et surtout de quelle nature sont ces interactions potentielles.

Une fois les critères de la grille développés, nous les avons soumis à un processus de validation. Trois expertes en didactique des mathématiques et trois expertes de l'application pédagogique de l'ordinateur (APO) ont examiné, évalué et commenté la grille afin de nous permettre d'en faire la mise au point. Ensuite, nous avons expérimenté la grille avec trois matériels didactiques informatisés qui abordent l'apprentissage de la numération au premier cycle du primaire. Cette mise à l'essai

nous a permis de d'évaluer la fonctionnalité de notre outil. De plus, cette dernière opération a dressé un premier portrait de la situation pour trois MDI qui abordent la numération.

Cet ensemble d'opérations, élaboration des critères, expertise et mise à l'essai, se veut une démarche rigoureuse pour assurer une validité à la grille d'analyse développée ici. Cependant, bien que nous tentons d'être la plus systématique et la plus rigoureuse possible à chacune des opérations effectuées, notre grille n'a pas franchi toutes les étapes de développement qui pourraient assurer sa validité complète et sa fidélité. Toutefois, cet essai possède une certaine validité conceptuelle et permettra à d'autres chercheurs de mener d'autres travaux à partir de celle-ci.

Nous souhaitons que notre grille devienne un outil d'appréciation du matériel didactique informatisé pour les enseignants et les enseignantes en pratique. De plus, nous espérons bien modestement que notre outil d'évaluation et d'analyse puisse inspirer les concepteurs et les conceptrices de MDI afin de produire du matériel de qualité qui répondra davantage aux exigences du Ministère et du milieu scolaire.

Au premier chapitre, nous exposons les raisons qui nous poussent à mener à bien une telle démarche et quels sont les objectifs que notre recherche poursuit. Au deuxième chapitre, nous précisons notre cadre conceptuel. D'abord, nous définissons le modèle d'apprentissage privilégié par les auteurs qui soutiennent nos travaux et, ensuite, nous introduisons les bases théoriques à partir desquelles tous les critères de notre grille ont été développés. Au troisième chapitre, nous amenons notre démarche méthodologique, où seront précisées les différentes étapes de validation des critères de la grille. Le quatrième chapitre présente les critères tels que développés pour la grille d'analyse de même que les principaux auteurs qui ont inspiré les critères. Et enfin, le cinquième chapitre propose les résultats de l'étape de consultation auprès d'expertes en didactique des mathématiques et d'expertes de l'APO, en plus de



présenter les résultats de la mise à l'essai de la grille que nous avons faite avec trois matériels didactiques informatisés. En guise de conclusion, nous jetons un regard critique sur les étapes de notre démarche, les forces et les limites, et nous discutons des retombées potentielles envisagées pour notre grille d'analyse.

## **PREMIER CHAPITRE**

### **LA PROBLÉMATIQUE**

#### **1. LA RÉFORME DU CURRICULUM SCOLAIRE**

La société québécoise assiste, depuis quelques années, à l'implantation du *Programme de formation de l'école québécoise* (Gouvernement du Québec, 2001*b*). Ce programme est l'aboutissement de presque deux décennies de réflexion. Plusieurs rapports, avis et groupes de travail se sont succédés afin de donner la direction à ce renouveau éducatif (Corbo, 2001). Cette réforme se veut le canal de trois orientations principales qui sont d'assurer aux jeunes québécois et québécoises une formation globale et diversifiée, une formation à long terme et une formation ouverte sur le monde (Gouvernement du Québec, 2001*b*).

À l'instar de plusieurs pays industrialisés, le Québec a pris avec ce nouveau programme de formation le virage de l'approche par compétences (Simard, 2001). Ce programme marque le pas d'un changement de paradigme, celui de l'enseignement à celui de l'apprentissage tel que le souligne Develay dans un entretien accordé à Brossard (2000). Entre autres éléments constitutifs du programme, outre les domaines généraux de formation et les divers domaines d'apprentissage, on y observe les compétences transversales. Celles-ci sont dites transversales en raison de leur fonction non spécifique à une discipline: ces compétences franchissent les frontières les différents domaines d'apprentissage. Ces dernières regroupent des compétences d'ordre intellectuel, méthodologique, personnel et social ainsi que la capacité à communiquer (Gouvernement du Québec, 2001*b*).

Au chapitre des neuf compétences transversales, une importante place est accordée aux technologies de l'information et de la communication (TIC). D'ailleurs, l'une des deux compétences d'ordre méthodologique vise directement leur exploitation (compétence 6). Cette compétence a pour but de développer chez l'élève son appropriation des TIC, sa capacité à les utiliser pour effectuer une tâche et sa capacité à évaluer l'efficacité de l'utilisation de la technologie. De plus, une autre compétence transversale, « exploiter l'information », exige un recours à toutes sources d'informations y compris les médias électroniques (Gouvernement du Québec, 2001*b*).

D'autres changements sont également appréciables au chapitre des contenus disciplinaires. Notamment, la refonte des disciplines de laquelle émergent les domaines d'apprentissage, le domaine des langues, de l'univers social, des arts, du développement personnel et, celui qui nous concerne plus, le domaine des mathématiques, de la science et de la technologie. Certains apprentissages de ce dernier domaine sont communs au domaine en général et d'autres spécifiques à chaque discipline.

Nous aborderons le contenu du programme de la discipline des mathématiques puisque c'est celui auquel nous nous intéressons davantage. Il est structuré autour de trois compétences: résoudre une situation-problème en mathématiques, raisonner à l'aide de concepts et de processus mathématiques, et communiquer à l'aide du langage mathématique. Ces trois compétences étant en étroite relation les unes avec les autres (Gouvernement du Québec, 2001*b*).

De plus, on note l'introduction d'une dimension historique dans l'enseignement des mathématiques, où sont notamment au programme des aspects tels que l'évolution des savoirs et l'évolution des outils relatifs à la discipline. L'utilisation de la technologie est également exigée dans le cadre disciplinaire étant

donné qu'elle peut s'avérer un outil précieux pour accompagner la démarche de résolution de situations-problèmes, qu'elle peut favoriser la compréhension de concepts et de processus, et aussi augmenter l'efficacité des élèves dans l'exécution des tâches qui leurs sont proposées (Gouvernement du Québec, 2001b).

## 2. LES TECHNOLOGIES DE L'INFORMATION ET DE LA COMMUNICATION À L'ÉCOLE

Il y a à peine dix ans, les technologies de l'information et de la communication faisaient leur apparition dans les écoles. Elles étaient encore marginales et on les surnommait NTIC. Mais déjà en 1994, le Conseil supérieur de l'Éducation affirmait qu'elles n'étaient pas l'effet d'une mode ou simplement un phénomène conjoncturel. Depuis, le Conseil a consacré deux de ses rapports annuels à ce sujet (1994, 2000) et plusieurs organismes publics ont consolidé leur point de vue. Certains rapports en témoignent: le rapport Corbo en 1994 (Gouvernement du Québec, 1994), celui de la Commission des États généraux sur l'éducation en 1996 (Gouvernement du Québec, 1996a), celui de la Conférence des recteurs et des principaux des universités du Québec en 1996, le Rapport Inchauspé en 1997 (Gouvernement du Québec, 1997a), ainsi que d'autres publications du Gouvernement du Québec (1996b, 1997b) précurseurs du *Programme de formation de l'école québécoise*. Toutes ces instances officielles ont résolument appuyé l'ouverture des écoles aux nouvelles technologies afin de permettre aux jeunes de développer les compétences nécessaires à leur utilisation.

Du statut de nouveautés, les technologies de l'information et de la communication sont passées aujourd'hui à celui d'état de fait. Les TIC sont, à l'heure actuelle, chose du quotidien pour les élèves et les enseignants et les enseignantes québécois. Cette nouveauté engendre des changements dans le type de matériel didactique en usage dans les écoles.



### 3. LE MATÉRIEL DIDACTIQUE INFORMATISÉ ET L'ÉCOLE: UN MARIAGE DIFFICILE

#### 3.1 Du côté des concepteurs et des conceptrices de MDI

Le matériel didactique informatisé destiné à l'usage scolaire est relativement nouveau et en évolution constante. Il est de plus en plus diversifié et les écoles québécoises consacrent une bonne partie de leur budget annuel alloué à l'achat de matériel éducatif (Gouvernement du Québec, 2000). À ce propos, en 1998, le Fonds de l'autoroute de l'information du Québec invitait les écoles et les bibliothèques publiques à se procurer à prix avantageux divers produits éducatifs informatisés. Ce programme disposait d'un million de dollars destinés à l'achat de produits et seulement le tiers des crédits ont été utilisés (Gouvernement du Québec 2001a).

Il conviendra ici de définir « matériel didactique informatisé » puisque nous y ferons souvent référence. Nous avons fait le choix du terme matériel didactique informatisé et de l'abréviation MDI, d'abord, pour calquer l'appellation ministérielle dans le Guide d'évaluation du matériel didactique informatisé (Gouvernement du Québec, 2002). Ce dernier définit le MDI en disant que le matériel didactique informatisé doit être directement utilisable en classe. Il précise les objectifs d'apprentissage ou les composantes de la compétence pour les programmes soumis à la réforme. Ensuite, nous avons choisi cette appellation pour qu'il soit clair que nos propos s'attardent à des produits qui visent le marché scolaire. Plusieurs matériels éducatifs sur le marché sont utilisés en classe sans pour autant avoir été développés spécifiquement à cet usage. Cela ne veut pas dire que notre grille ne pourra être utile à leur analyse, bien au contraire. Toutefois, dans un tel cas, il faudra bien sûr nuancer les résultats obtenus.

Ainsi, devant l'échec du Programme d'acquisition de logiciels et de cédéroms éducatifs destinés aux écoles et aux bibliothèques québécoises, la Direction des

ressources didactiques du ministère de l'Éducation et la Direction de l'autoroute de l'information du Conseil du trésor ont mandaté une équipe de chercheurs pour analyser les besoins en contenus numériques dans le milieu scolaire québécois.

L'étude de Grenier et Gauvin (Gouvernement du Québec, 2000), qui fait l'analyse des besoins en contenus numériques dans le milieu scolaire québécois, fait ressortir que les contenus éducatifs des logiciels actuellement sur le marché sont intéressants, mais conviennent mal aux besoins des enseignants et enseignantes et des élèves en contexte scolaire parce qu'ils sont mal adaptés au contenu des programmes pédagogiques.

D'une part, les produits éducatifs sur support numérique en vente sur le marché ne sont pas adaptés au milieu scolaire. D'autre part, face à la réforme, on questionne beaucoup la forme actuelle du manuel scolaire. On critique sa trop grande linéarité (Monette, 2002) et son manque de souplesse (Hasni et Ratté, 2001), son prix relativement élevé compte tenu du son caractère trop vite désuet (Francoeur, 2002). On souhaiterait que le manuel prenne davantage la forme d'une banque d'activités variées et facilement adaptables, et ce, pour répondre aux besoins particuliers d'un élève, d'une classe ou d'une équipe d'élèves au moment où il serait à propos de l'utiliser (Migneault, 2002). Considérant ces deux tangentes, il n'est plus impossible d'imaginer que la forme actuelle du MDI subisse une mutation pour prendre une plus grande place dans le monde scolaire.

En juin 2002, Laberge écrivait: «Les partenaires traditionnels des enseignants et des enseignantes que sont les éditeurs de livres, n'ont pas encore senti le besoin de s'adapter à l'arrivée des nouvelles technologies – au mieux ils n'en voient pas l'intérêt au pire ils en freinent l'implantation dans les écoles.» (2002, p. 7).

Un point de vue comme celui-ci nous permet d'affirmer qu'une part de la solution à l'intégration des TIC à l'école repose entre les mains des concepteurs et des conceptrices de matériel didactique. Ces derniers ont besoin de repères s'ils souhaitent remodeler leurs produits pour les rendre plus proches des besoins des enseignants et des enseignantes quant aux apprentissages des élèves. Notre grille, bien que destinée en premier lieu à l'analyse des MDI, est en mesure de fournir de très nombreuses pistes aux concepteurs et aux conceptrices afin de leur permettre de mieux s'adapter aux besoins du milieu scolaire.

### **3.2 Du côté des enseignants et des enseignantes**

S'il convient de dire qu'une part de la solution à l'intégration des TIC dans le milieu scolaire réside entre les mains des concepteurs et conceptrices de MDI, il est vrai également de dire que la grande part repose entre les mains des enseignants et des enseignantes (Conseil supérieur de l'Éducation, 2000). Le Conseil supérieur de l'éducation dans son rapport annuel 1999–2000 fait état à plusieurs reprises des difficultés d'intégration des TIC à l'école qui sont engendrées par le manque de formation des enseignants et des enseignantes. Sasseville (2002), dans son étude, fait ressortir, les principales contraintes que vivent les enseignants et les enseignantes face à l'intégration des TIC à l'école. Y sont mentionnées, principalement, des contraintes de temps, le manque de support technique, de locaux, des contraintes relatives au manque de formation et de soutien pédagogique.

La grille d'analyse développée pour notre recherche touche ces deux derniers aspects de l'enseignement. Elle est un soutien pédagogique, car elle détermine de façon détaillée le contenu d'apprentissage et permet ainsi à l'enseignant ou à l'enseignante d'analyser les MDI potentiellement utilisables dans sa classe. Elle offre du soutien à l'enseignant et à l'enseignante en lui permettant de déterminer de façon détaillée quels contenus sont abordés par le MDI et quels contenus ne le sont pas.



Notre grille, est également un soutien à la formation des enseignants et des enseignantes principalement dans le *Volet II* sur l'interactivité. Par exemple, un enseignant peu familier avec les outils didactiques informatisés aura dans ce volet de la grille, en plus d'un outil d'analyse, un outil de formation afin de développer un regard critique au sujet des MDI et de l'apprentissage. Les MDI en mathématiques sont les principaux visés bien sûr, mais le volet interactivité est applicable aussi pour tout autre MDI destiné à l'apprentissage.

Que ce soit pour utiliser du matériel à venir ou du matériel déjà existant, les enseignants et les enseignantes ont besoin d'outils d'analyse s'ils souhaitent optimiser l'usage des MDI dans leur classe, notre grille pourra être un bon élément constitutif de leur coffre à outils. On ne retrouve que très peu d'études qui permettent de dégager la portée des contenus d'apprentissage des logiciels multimédias éducatifs (Jacquinot, 1997). Certains outils d'analyse généraux existent déjà comme le *Guide d'évaluation de matériel didactique informatisé* du ministère de l'Éducation (Gouvernement du Québec, 2002) ou encore la grille de Mataigne (1987) ou celle de Rhéaume (1996). Toutefois, ces grilles d'analyse ne fournissent pas de soutien pour l'analyse de divers contenus d'apprentissage ciblés. C'est pourquoi, nous nous sommes proposée d'en élaborer une qui soit spécifique à un contenu d'apprentissage.

Tous ces constats mettent en relief à quel point beaucoup de travail et de recherche restent à faire afin d'arriver à une intégration adéquate du matériel didactique informatisé à l'enseignement et à l'apprentissage des élèves. Notre recherche, nous l'espérons, servira à faire avancer un peu la compréhension de ce tandem.

Le projet que nous avons réalisé se veut le développement d'un outil d'évaluation et d'analyse de matériel didactique informatisé (MDI) qui pourra fournir



des pistes d'abord aux enseignants et aux enseignantes pour intégrer ce matériel à leur enseignement en vue de contribuer davantage aux apprentissages de leurs élèves. Nos travaux ont aussi le souci de suggérer aux concepteurs et aux conceptrices de MDI des indices pour adapter leurs produits de manière à mieux répondre aux besoins de l'apprentissage en milieu scolaire.

#### 4. LE MATÉRIEL DIDACTIQUE INFORMATISÉ ET LES MATHÉMATIQUES

Depuis quelques années, plusieurs auteurs se sont penchés sur le problème de l'évaluation des MDI et plusieurs grilles d'évaluation de ce matériel sont disponibles. Citons, par exemple, Mataigne (1987), Laurent (1989), Sloane, Myers, Gunn et Mickelsen (1989) et Rhéaume (1996). Ces travaux ont pour but d'établir une liste de divers critères afin de dresser un portrait général plus ou moins complet du MDI. Aucune d'entre elle ne se penche sur l'analyse de un ou plusieurs contenus d'apprentissage précis.

Outre Chaput (1998) qui l'a fait pour le concept de nombre, jusqu'à ce jour, nous ne connaissons pas d'auteur qui ait abordé l'analyse de contenu d'apprentissage précis dans les MDI. Nous tenons à mentionner au passage que les MDI regroupent un si grand nombre d'aspects (Depover, 1994), qu'il serait téméraire, voire insensé, de tenter d'en faire l'analyse tous à la fois. On risquerait fort de rater la cible! Ainsi, notre projet veut se fixer deux aspects à évaluer: un contenu d'apprentissage précis et les éléments interactifs présents. La partie qui suit indiquera pourquoi notre choix s'est arrêté sur ces deux aspects.

## 5. LES ANGLES D'ÉVALUATION

### 5.1 Le contenu d'apprentissage visé: la numération

Peu de contenus d'apprentissage dans les MDI en mathématiques ont fait l'objet d'analyse approfondie. Si peu, que nous étions devant une grande variété de choix de contenus possibles. Nous avons sélectionné la numération étant donné qu'une grande partie des apprentissages relatifs au système de numération se font au premier cycle du primaire et que le *Programme de formation de l'école québécoise* (Gouvernement du Québec, 2001b) est en application au premier cycle depuis septembre 2001. Nous croyons qu'il est justifié de travailler sur les composantes de ce nouveau programme, car nos travaux auront une portée à plus long terme. Soulignons que ce programme pose de nouveaux défis concernant la numération, notamment, l'étude plus précoce des grands nombres, l'histoire des systèmes de numération ainsi qu'un regard critique sur d'autres outils de calcul comme, par exemple, le boulier et les bâtonnets.

L'apprentissage de la numération fait suite à l'apprentissage du concept de nombre. Les travaux de Chaput (1998) rendent disponibles une grille approfondie de ce concept. Il s'agit là d'un autre facteur qui nous a amenée à choisir la numération. Ainsi, notre grille assurera en quelque sorte une suite logique de l'analyse des MDI en mathématiques en ce qui concerne les apprentissages des plus importants savoirs vus au préscolaire et au premier cycle du primaire. Notons, par ailleurs, que la numération occupe une place importante au premier cycle, soit environ 50% du temps d'enseignement.

L'enseignement de la numération n'est pas une question nouvelle, à preuve, la publication en 1950 de *La méthodologie de la numération* de Auréa Sabourin où celle-ci exprime les principes généraux et les applications variées de la numération,

« la science de l'enseignement des nombres ». Depuis, la numération a fait l'objet de très nombreux travaux. Ceux que nous avons examinés font ressortir les diverses caractéristiques relatives à l'apprentissage et à l'enseignement de la numération mais aussi les difficultés spécifiques qui influencent sa compréhension. Certaines représentent même des obstacles à d'autres apprentissages qui se font plus tard dans la scolarité de l'élève (Cox, 1975; Hart, 1981 dans Bednarz et Janvier, 1986).

Certaines pratiques d'enseignement perpétuent les difficultés d'apprentissage du système de numération (Bednarz et Janvier, 1986; Cox, 1975; Sharma, 1993) . On retrouve également plusieurs de ces pratiques dans les manuels scolaires (Bednarz et Janvier, 1984a; Sharma, 1993). Ainsi, n'est-il pas justifié de se demander si les mêmes pratiques sont présentes dans le MDI puisqu'elles le sont dans les manuels scolaires?

La contribution de nos travaux en regard du contenu d'apprentissage sera de faire ressortir les éléments qui caractérisent l'apprentissage de la numération, les difficultés attribuables à la compréhension de ce système et des pistes pour améliorer son apprentissage. Bien entendu, pour dégager ces éléments, nous avons dû définir notre conception de l'apprentissage d'abord. Cette conception se situe dans le courant de nombreuses recherches en enseignement des mathématiques qui s'appuient sur le principe de base que l'enfant « construit » ses propres connaissances. Nous approfondirons cet aspect au début du prochain chapitre mais pour l'instant, retenons que l'enseignement n'est pas une « transmission » de connaissances, mais que c'est l'enfant qui structure et interprète l'information qui lui parvient en la mariant à ses conceptions mentales déjà existantes (Bednarz et Janvier, 1986).

Partant de là, et considérant les qualités inhérentes du matériel didactique informatisé, il est incontournable de développer notre grille d'analyse de MDI sans faire une évaluation de ses capacités interactives. En effet, les connaissances



construites par l'apprenant sont interdépendantes des composantes interactives du MDI (Jacquinot et Meunier, 1999).

## **5.2 L'interactivité d'un MDI**

L'interactivité, c'est la communication possible entre le matériel didactique informatisé et l'apprenant; elle représente tout ce que le concepteur ou la conceptrice met sur pied afin de rendre accessible l'environnement d'apprentissage proposé dans son produit (Jacquinot et Meunier, 1999). Par conséquent, les apprentissages souhaités dans le MDI sont en grande partie soumis aux qualités interactives du produit.

De nombreux éléments qui favorisent l'apprentissage de la numération reposent sur les caractéristiques du matériel de groupement et de regroupement utilisé, à sa manipulation et à sa représentation. La plupart des éléments de notre grille, nous le verrons plus loin, sont ainsi tributaires de l'interactivité comme, par exemple, la mise en place d'un processus de désignation orale et écrite des nombres, favoriser le questionnement de l'élève et son sens critique. Plusieurs des critères relatifs à la numération élaborés dans le volet I de notre grille sont interdépendants de l'aspect interactif du MDI ou de l'approche privilégiée pour aborder les différents contenus. Le volet II de la grille sur l'interactivité vient donc mettre en relief les éléments interactifs essentiels liés à l'assistance à l'élève en apprentissage et à la structure générale de l'information dans le MDI.

Ce deuxième volet de la grille, permettra de faire un portrait des qualités interactives des matériels didactiques informatisés d'apprentissage en mathématiques. Toutefois, comme nous l'avons déjà mentionné, il n'est pas du tout exclu qu'on puisse l'utiliser pour apprécier d'autres types de MDI destinés à l'apprentissage.

Considérant tous les aspects mentionnés dans ce premier chapitre, voici les objectifs poursuivis par notre recherche.

## 6. LES OBJECTIFS DE RECHERCHE

### 6.1 Objectif général de recherche

Étant donné les constats dégagés précédemment, la recherche sera guidée par l'objectif général suivant.

Développer une grille d'analyse qui permette de faire le portrait des matériels didactiques informatisés pour l'apprentissage de la numération au premier cycle du primaire.

### 6.2 Objectifs spécifiques

De manière plus précise, nous souhaitons apporter un éclairage sur les deux aspects suivants.

#### 6.2.1 *Objectif spécifique premier*

Faire ressortir les critères d'analyse d'ordre mathématique reliés à l'apprentissage de la numération au premier cycle du primaire.

Nous entendons par critères d'analyse d'ordre mathématique, les éléments souhaitables à mettre en place afin de favoriser l'apprentissage et la compréhension du système de numération. Pour dresser la liste de tous ces critères, nous nous appuyons sur les travaux de recherche dans le domaine tout en tenant compte des exigences du *Programme de formation de l'école québécoise* (Gouvernement du

Québec, 2001b). La préoccupation des enseignants et des enseignantes ainsi que des concepteurs et des conceptrices de MDI étant de tenir compte des écrits scientifiques tout en remplissant les exigences du ministère de l'Éducation.

### 6.2.2 *Objectif spécifique second*

Faire ressortir les critères d'analyse d'ordre interactif qui sont en mesure de favoriser l'apprentissage de concepts mathématiques au premier cycle du primaire.

Nous entendons par critères d'analyse d'ordre interactif les éléments souhaitables à retrouver dans un MDI destiné à l'apprentissage. L'interactivité étant un domaine très vaste, les critères élaborés traitent de l'assistance accordée à l'élève lors de son apprentissage avec le MDI et de la structuration de l'information du matériel didactique. Les raisons de ces choix seront expliquées au chapitre suivant.

Ces deux objectifs spécifiques, nous permettent d'arriver à un produit final qui se compose d'un grand nombre de critères d'analyse. Ces critères sont disposés sous forme de grille qui les rend plus facilement utilisables. La grille se compose de deux volets: le premier, regroupe les critères relatifs à la numération et, le second les critères relatifs à l'interactivité. À l'aide des deux volets de la grille, il sera possible de faire l'analyse d'un MDI, et en résultera un portrait exhaustif de ce dernier sur le plan du contenu visé et sur le plan de ses qualités interactives. Ce portrait permettra ainsi de poser un regard plus éclairé sur le potentiel du MDI face à l'apprentissage de la numération.

## DEUXIÈME CHAPITRE

### LE CADRE CONCEPTUEL

Le présent chapitre se divise en trois parties. La première partie trace les grandes lignes du modèle d'apprentissage mis en évidence pour notre cadre théorique. En deuxième partie, nous présentons ce que les travaux de recherche nous ont permis de dégager concernant les principales caractéristiques liées à l'apprentissage de la numération dans les écrits scientifiques et dans le *Programme de formation de l'école québécoise* (Gouvernement du Québec, 2001b). Enfin, en troisième lieu, nous tentons de mettre en relief les éléments qui favorisent le potentiel interactif à l'intérieur des logiciels éducatifs informatisés.

#### 1. LE MODÈLE D'APPRENTISSAGE PRIVILÉGIÉ

##### 1.1 Les recherches en didactique des mathématiques

Depuis plus de vingt ans, de nombreuses études sont conduites en didactique des mathématiques et des sciences sur les conceptions des élèves dans la construction des savoirs comme le démontre les travaux de Giroux et Lemoyne (1998), Roegiers (1998), Dorgan (1994), Sharma (1993), Bednarz (1991), Fayol (1990), Kamii (1990), Brissiaud (1989), Giordan (1989), Giordan et de Vecchi (1987), Bednarz et Janvier (1986, 1984a, 1984b). Ces recherches situent l'apprentissage dans une perspective constructiviste. Cette perspective est largement partagée par la communauté didactique en sciences et en mathématiques (Laborde, 1991).



Du point de vue du constructivisme, l'apprentissage est un processus actif et constructif par lequel l'apprenant se fabrique une représentation interne du savoir, une interprétation personnelle de son expérience. Cette représentation est constamment susceptible d'être modifiée (Bednarz, 1991). Cette structure et ces liens formés constituent la fondation sur laquelle d'autres connaissances pourront s'ériger. « Le constructivisme postule que la connaissance n'est pas le résultat d'une réception passive d'objets extérieurs, mais constitue plutôt le fruit de l'*activité du sujet* » (Jonnaert, 2002, p. 71).

La perspective constructiviste de l'apprentissage accorde une place déterminante aux conceptions de l'apprenant dans la construction de toute connaissance ultérieure (Giordian, 1989). Le sujet construit ses nouvelles connaissances grâce à une « activité réflexive » à propos des connaissances qu'il a déjà (Jonnaert, 2002). Ces dernières sont appelées « conceptions » parce qu'elles renvoient à un ensemble de connaissances de l'apprenant, à une vision générale, à une façon de décoder l'information reçue ou l'expérience vécue. Les conceptions apparaissent, dans la perspective constructiviste, comme le moteur des apprentissages de l'élève tout comme elles peuvent être un frein selon les informations qui la composent. L'acquisition de nouvelles connaissances est relative à la validation des conceptions présentes chez l'élève, conceptions qui sont soit bonnes et conservées, soit réajustées car inexactes, soit carrément rejetées parce qu'elles ne sont plus utiles (Brousseau, 1986). Selon Jonnaert (2002), l'idée centrale du constructivisme est que les connaissances se construisent en fonction des situations et du contexte qui interpellent le sujet. Le sujet modifie ses « anciennes » connaissances précisément parce qu'il se trouve en interaction avec son milieu physique et social. La construction de ces nouvelles connaissances prend tout son sens dans cette dimension interactive.



En ce qui concerne le *Programme de formation*, il est entendu qu'une grande proportion des apprentissages que doit développer l'école québécoise en mathématiques et dans d'autres disciplines concerne la maîtrise de compétences et de savoirs complexes. Ceux-ci nécessitent l'usage de méthodes d'enseignement et d'apprentissage qui se basent sur le modèle constructiviste de l'apprentissage (Gouvernement du Québec, 2001b).

Puisque notre travail s'intéresse aux technologies éducatives, il convient également de tenir compte de la conception de l'apprentissage qui a cours dans ce domaine de recherche.

## 1.2 Les recherches en technologies éducatives

Le point de vue constructiviste nous amène, selon Winn (1992), à considérer davantage l'apprentissage plutôt que la performance et l'instruction. Traditionnellement, les concepteurs et les conceptrices de MDI sont plutôt influencés par l'approche comportementale (Bednar, Cunningham, Duffy, Perry; 1992) largement illustrée par les principes de *design* de Gagné, Briggs et Wager (1988, dans Fleury, 1993, p. 1). Winn (1992) souligne également cette large influence du comportementisme et précise principalement pourquoi. Selon la compréhension que nous avons de son point de vue, le MDI de nature comportementiste impose les stratégies d'enseignement, il impose les buts et les objectifs, de plus, il vise très souvent une performance à court ou à moyen terme. Sous la perspective constructiviste, l'élève choisit et développe ses propres stratégies d'apprentissage, ses propres buts et ses propres objectifs (Winn, 1992).

Notons que, depuis que la perspective constructiviste impose sa présence dans le domaine de l'éducation, des chercheurs comme Duffy et Jonassen (1992), Reigeluth (1983) ou Merrill (1992) favorisent une réflexion sur l'approche

constructiviste dans le domaine des technologies éducatives. Il est à noter que d'autres modèles de *design* de MDI orientés vers la perspective constructiviste se sont amorcés il y a déjà un certain nombre d'années comme en témoignent les travaux de Perkins (1992) ou Spiro et Jehng (1990). De plus, des expériences de conception ont permis de développer des produits qui s'inspirent du modèle constructiviste comme le *Jasper Woodbury* développé par le *Cognition and Technology Group at Vanderbilt* (1992).

Toutefois, un nombre considérable d'auteurs, qui réfléchissent aux enjeux qu'impliquent les technologies éducatives, s'inspirent plutôt de la conception cognitive de l'apprentissage. Nommons, par exemple, des auteurs tels que Fleury, Giardina, Hannafin, Jacquinet, Laurier, Meunier, Rhéaume ou Rocheleau, qui sont tous des auteurs connus pour leurs recherches qui touchent ce domaine particulier. Ces chercheurs s'inspirent eux-mêmes d'auteurs également reconnus dans ce domaine qui, à leur tour, s'appuient sur cette conception de l'apprentissage. Mentionnons ici, à titre d'exemple, quelques noms : Greenfield, Hannafin, Lévy, Merrill, Park, Salomon et Trevitt.

Tardif (1992, p. 34) fait ressortir les principes de base de la conception cognitive de l'apprentissage :

- L'apprentissage est un processus actif et constructif.
- L'apprentissage est l'établissement de liens entre les nouvelles informations et les connaissances antérieures.
- L'apprentissage requiert l'organisation constante des connaissances.
- L'apprentissage concerne autant les stratégies cognitives et métacognitives que les connaissances théoriques.
- L'apprentissage concerne autant les connaissances déclaratives et procédurales que conditionnelles.

Quant à Rocheleau (2000), elle dit que l'approche cognitiviste considère « l'apprentissage comme un processus actif de construction de la connaissance, reconnaît la présence de processus cognitifs complexes dans l'apprentissage, la nature cumulative de l'apprentissage et le rôle des connaissances antérieures » (p. 3).

### 1.3 Points de convergences

Selon les définitions précédentes, il apparaît que les fondements de ces perspectives de l'apprentissage, perspective constructiviste et perspective cognitive, se rejoignent sur de nombreux points. Bien qu'il serait fort intéressant d'approfondir davantage cette comparaison, nous nous en tiendrons, pour les fins de notre projet, à des observations d'ordre général. En effet, pour mener à bien notre travail, nous voulons tout simplement veiller à ce que les auteurs qui contribuent à notre cadre théorique partagent des perspectives semblables afin d'assurer une meilleure cohérence conceptuelle interne. À cet égard, le point de vue de Brown, Collins, et Duguid (1989), largement cités dans les recherches des auteurs ci-haut mentionnés, nous permet de penser que les travaux que nous avons retenus sont, dans leur ensemble, compatibles.

Dans leurs travaux, Brown et *al.* (1989) ainsi que ceux de Collins, Brown et Newman (1989) proposent le modèle de la *cognition apprenticeship* – qui donne une place centrale à la *situated nature of knowledge*. Ils expliquent, en s'appuyant sur les recherches faites sur le développement cognitif (Lave, 1988; Miller et Gildea, 1987; Geertz, 1983; Lave 1977), que la nature du savoir est littéralement le produit des activités, de la culture et du contexte dans lequel il sera développé et utilisé. En ce sens, le développement de certaines habiletés ou connaissances « hors contexte » ne garantit absolument pas leur réinvestissement au moment approprié et, surtout, de la façon appropriée.



Le modèle *cognition apprenticeship*, dont ils développent les paramètres, suggère de percevoir l'élève en classe comme l'apprenti qui interagit avec son maître. L'apprenti développe l'assurance à l'usage de ses outils de travail dans l'action de faire et dans l'action d'observer le maître, non sans suivre les conseils que ce dernier lui prodigue. Le savoir de l'apprenti se développe dans l'activité, à l'intérieur d'une culture et d'un contexte. Apprendre et agir sont, dans ce sens, deux actions intimement liées. En classe, l'élève doit, comme l'apprenti, apprendre à utiliser des « outils » – le plus souvent conceptuels –, il doit apprendre à les maîtriser et à les réactiver au moment opportun. Ces apprentissages se développeront graduellement en contexte d'activités authentiques et de situations de communication réelles. Selon Giardina et Laurier (1999), l'apprentissage en compagnonnage cognitif (traduit par *Ibid.*, 1999) accorde une place importante à l'exploitation des informations issues de l'environnement d'apprentissage. Donc, selon ce point de vue, ces informations ou ce contenu – même le plus exhaustif – doit s'accompagner d'une gestion de la complexité et permettre d'éclairer le sujet sur ses propres démarches cognitives.

Cette perception de l'apprentissage de Brown *et al.* (1989) est partagée par Bednarz (1991), Bednarz et Janvier (1986, 1984a, 1984b), Brissiaud (1989) et Roegiers (1998) qui sont les principaux auteurs en didactique des mathématiques desquels notre travail s'inspire. Elle est aussi partagée par Fleury (1994), Giardina et Laurier (1999), ainsi que Rocheleau (2000, 2001), qui sont les principaux auteurs sur lesquels s'appuie notre réflexion dans le domaine des technologies éducatives. En ce sens, les critères de notre grille d'analyse prennent appui sur des perspectives convergentes.

## 2. LES PRINCIPALES CARACTÉRISTIQUES LIÉES À L'APPRENTISSAGE DE LA NUMÉRATION

Dans cette partie, il conviendra d'abord (1) de synthétiser les principales composantes du système positionnel de numération décimale, puis (2) de préciser les



principales difficultés rencontrées dans l'apprentissage de la numération tout en cernant les pistes à retenir pour améliorer l'apprentissage de la numération. Nous dégageons par la suite (3), ce que le ministère de l'Éducation du Québec propose dans le *Programme de formation de l'école québécoise* (Gouvernement du Québec, 2001b) concernant la numération. Tout ce matériel nous permettra la formulation des critères de notre grille présentés au chapitre 4.

## 2.1 Les principales composantes du système positionnel de numération décimale

Le système de numération que nous utilisons à ce jour a longuement mûri au fil des siècles et des civilisations. Il est le fruit non pas d'une seule, mais de très nombreuses inventions. Le système positionnel de numération décimale, est-il nécessaire de le préciser, possède des atouts qui lui confèrent une grande efficacité et un caractère hautement économique (Fayol, 1990; Roegiers, 1998).

Les nombres naturels et la façon de les représenter sont d'usage tellement courant dans notre monde contemporain que nous avons parfois tendance à en oublier les idées de base qui les sous-tendent. Ces dernières sont toutefois indispensables à tout apprentissage relatif à la numération. Les lignes qui suivent définissent les principales composantes.

### 2.1.1 *Le principe de groupement et de regroupement*

On entend par le principe de groupement et de regroupement qu'un nombre  $n$  d'unités d'un rang est toujours groupé en une unité du rang supérieur. On nomme ce nombre la « base ». Notre système de numération fonctionne selon une base décimale soit des groupements de dix unités (Poirier, 2001; Roegiers, 1998). Le groupement des dix premières unités constitue le premier groupement et il s'appelle la dizaine. Le deuxième regroupe dix dizaines, il constitue la centaine. Le troisième

regroupement est de dix centaines, il constitue le millier. La notion de regroupements ne va pas au-delà du troisième regroupement pour les élèves du premier cycle du primaire puisqu'ils apprennent les nombres naturels de 0 à 999.














### 2.1.2 Le principe de position

Par ce principe, on entend que les chiffres ont une valeur différente selon la place qu'ils occupent dans l'écriture du nombre. On appelle cette façon de faire, l'écriture positionnelle (Fayol, 1990; Roegiers, 1998).

Le zéro, dans l'écriture positionnelle, remplace les «vides» laissés par les unités manquantes. Il symbolise l'absence d'un rang et il est, à ce titre, une caractéristique majeure d'un système d'écriture positionnel de numération. Il permet ainsi d'éviter d'avoir un symbole spécifique pour les différentes puissances de dix (Ifrah, 1994) comme l'illustre, à la figure 1, l'exemple japonais de l'écriture des nombres.

Figure 1

Exemple japonais de l'écriture des nombres

327	et	3027	
	trois		trois
	cent		mille
	deux		deux
	dix		dix
	sept		sept
	dix,		cent,
			mille

Dans ce type d'écriture qui n'utilise pas le zéro, il est impossible de distinguer 327 de 3027 en l'absence des symboles de dix, de cent et de mille (Roegiers, 1998, p.130).

Dans ce type d'écriture (figure 1) qui n'utilise pas le zéro, il est impossible de distinguer 327 de 3027 en l'absence des symboles de dix, de cent et de mille (Roegiers, 1998). Ce système d'écriture est, à ce jour, encore d'usage courant au Japon, même s'il tend à disparaître au profit de l'écriture des chiffres « arabes » (Ifrah, 1994).

### 2.1.3 *Les dix symboles graphiques*

Le système positionnel de numération décimale utilise dix signes graphiques distincts et « non figuratifs » (Ifrah, 1994), c'est-à-dire, n'évoquant pas le nombre d'unités représentées (Fayol, 1990; Ifrah, 1994). Il est possible d'écrire tous les nombres à l'aide de seulement ces dix symboles: 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9. Ce nombre restreint de symboles est bien adapté aux capacités limitées de la mémoire humaine (Ifrah, 1994). Il faut ici distinguer également le chiffre et le nombre, citons à ce sujet Ifrah: «Le nombre est une question de conception, tandis que le chiffre est une affaire de convention chez ceux qui savent écrire et compter» (p.71). Pour employer l'expression de l'auteur, le nombre revêt « l'habit » du chiffre et ce dernier peut changer de forme selon les conventions établies tandis que le sens du nombre et le concept auquel il correspond, lui, ne se modifie pas. En d'autres termes, les chiffres sont les symboles utilisés pour représenter les nombres. On dira, par exemple, que le nombre quatre est représenté par le chiffre 4 ou que le nombre cinq cent vingt-sept se représente à l'aide des chiffres 5, 2 et 7. Comme le précise Roegiers (1998), on ne doit pas confondre, le signifié et le signifiant. Le premier, qui est le nombre, répond à une réalité mathématique précise et universelle. Le second, qui est le chiffre, est la représentation du signifiant et dépend d'un système de conventions, celui-ci peut varier d'un endroit à l'autre. Ainsi, si l'on dit qu'il y a 4 chats, le chiffre 4 signifie un nombre dans le sens d'une quantité d'objets, alors que 46 est un nombre composé de deux chiffres soit 4 et 6.



La notation avec dix symboles, à la fois simple et complète, fera en sorte que le système positionnel de numération décimale a atteint un degré d'efficacité et de performance jusqu'à ce jour inégalé (Ifrah, 1994; Roegiers, 1998).

## **2.2 Les principales difficultés rencontrées dans l'apprentissage et l'enseignement de la numération**

Selon Sharma (1993), les petits enfants ont une certaine expérience de divers concepts mathématiques lorsqu'ils entrent à l'école. Elle mentionne, par exemple, le fait qu'ils puissent faire des additions et des soustractions simples en engageant du matériel concret, mais, selon ses propos, représenter et comprendre des nombres de plus grande ampleur, c'est une autre histoire! Plusieurs d'entre eux n'arrivent pas à généraliser leurs stratégies des petits nombres aux plus grands, à établir la connexion entre leurs stratégies déjà établies et les stratégies formelles qui lui seront enseignées ou à utiliser justement l'écriture conventionnelle des symboles numériques (Sharma, 1993).

Plusieurs études ont été faites sur les difficultés rencontrées lors de l'apprentissage de la numération. Citons d'abord les travaux de Cox (1975), ceux de Bednarz et Janvier (1984a; 1984b; 1986), ceux de Brissiaud (1989), de Fayol (1990), de Giroux et Lemoyne (1998), de Jones et Thornton (1993), ainsi que les travaux de Sharma (1993), cités plus haut, ou encore ceux de Varelas et Becker (1997).

Bednarz et Janvier (1984a; 1984b; 1986) ont beaucoup approfondi la question des difficultés associées à l'apprentissage et à l'enseignement de la numération. Nous faisons une synthèse des principales difficultés qu'elles font ressortir tout en mentionnant en cours de route d'autres auteurs qui appuient leur point de vue. Bednarz et Janvier (1986) perçoivent les difficultés en terme d'erreurs de conception, cette appellation étant liée à leur vision constructiviste de l'apprentissage. Elles soutiennent que les conceptions des élèves sont les facteurs déterminants sur lesquels



s'appuie tout apprentissage ultérieur. Ces conceptions pouvant à la fois servir de ponts à la construction de nouveaux savoirs ou bien s'ériger en obstacles à ceux-ci. Ainsi, les auteures parlent des difficultés liées à l'apprentissage comme des conceptions erronées. Ces dernières n'agissent non pas comme moteur de l'activité cognitive de l'élève, mais plutôt comme un frein. Ces conceptions se rattachent à un ensemble de connaissances et surtout à une manière de voir qui a eu du succès et qui a engendré certaines réussites. Elles devront toutefois être réajustées ou même rejetées afin de permettre la construction de nouvelles connaissances (Bednarz, 1991). Selon Bednarz et Janvier (1986), ces difficultés seraient divisibles en deux grands groupes: (1) les difficultés attachées à l'écriture conventionnelle et (2) les difficultés attachées au traitement de l'écriture dans les procédures de calcul. Après ces deux types de difficultés, nous en observerons un troisième soit (3) les difficultés attribuables à la différence entre la désignation écrite et la désignation orale des nombres.

### *2.2.1 Les difficultés attachées à l'écriture conventionnelle*

Bednarz et Janvier (1986) divisent ces difficultés en trois catégories.

*2.2.1.1 Une conception de l'écriture «séquence de chiffres»* – L'écriture des nombres est associée à un découpage et à un ordre. Elle est perçue par l'élève comme un alignement de chiffres dans lequel il ne prend pas en considération le sens des centaines, dizaines ou unités. L'exemple de la figure 2 illustre cette conception.

Figure 2

Exemple de la conception de l'écriture «séquence de chiffres»

**Consigne:**  
*Reconstitue le nombre suivant à l'aide de ces étiquettes:*

4 dizaines

5 centaines

6 unités

**Réponse de l'élève:**

456

**L'écriture des nombres est vue comme un alignement de chiffres**

L'élève qui répond «456» devant la tâche illustrée à la figure 2 interprète l'écriture du nombre comme un alignement de chiffres et n'accorde pas de sens aux groupements et aux regroupements ni à leur position respective. Une cause probable de cette situation serait qu'on impose prématurément une représentation ordonnée des groupements et des regroupements. Cette représentation se transforme en une interprétation de l'écriture en terme de découpage et de séquences de chiffres. Brissiaud (1989), Roegiers (1998) et Sharma (1993) s'accordent avec Bednarz et Janvier (1986) sur ce point.

Pour remédier à cette conception, le tableau 1 qui suit propose des pistes d'améliorations de l'enseignement. Ces pistes proviennent des propos des auteurs ci-haut mentionnés.

Tableau 1  
Pistes d'amélioration pour remédier à une conception  
de l'écriture «séquence de chiffres»

1.	Donner du sens aux nombres à l'aide de matériel utilisable où l'élève peut voir les groupements et les regroupements et agir sur eux (faire et défaire).
2.	Avoir recours à plusieurs type de matériel.
3.	Ne pas imposer prématurément une représentation ordonnée ou des exercices d'écriture positionnelle.
4.	Ne pas mettre l'accent sur l'acquisition des procédures conventionnelles sans qu'il y est une réelle intégration des règles.
5.	S'assurer que les élèves du 1 <sup>er</sup> cycle du primaire ont une bonne compréhension du sens des groupements et des regroupements.

2.2.1.2 *Une conception de l'importance du zéro dans l'écriture* – Cette conception provient de la « règle » tacite que se crée l'enfant et qui dicte que le «zéro en avant, ce n'est rien» (Roegiers, 1998) et qui engendre des difficultés liées à l'écriture des nombres, tel que barrer le zéro dans 40 137 parce que «le zéro ça ne change rien» ou bien écrire six cent trois ainsi: 6003 (600 3). Tout comme Roegiers (1998), Bednarz et Janvier (1986) s'entendent à ce sujet. Perret (1985, dans Fayol, 1990, p. 48) abonde en ce sens également. Ses recherches démontrent que l'introduction du zéro entraîne des difficultés précisément dans son rôle face à l'écriture positionnelle car, précise Fayol (1990), l'utilisation du zéro pour exprimer l'absence d'élément ne semble pas causer de problème de compréhension. Cette conception s'explique selon Bednarz et Janvier (1986) parce que jamais dans l'enseignement le zéro n'est utilisé dans les codes en avant d'un nombre comme dans « 0546 ». Dans un cas comme ce dernier, le zéro est toujours enlevé. Le rôle positionnel du zéro est ainsi assimilé à son rôle d'absence d'élément et permet la création de règle tacite comme « ça ne vaut rien » ou « ça ne change rien » peu importe où on le retrouve.

Pour remédier à cette conception, le tableau 2 regroupe des pistes que nous avons fait ressortir des propos des auteurs ci-haut mentionnés.



Tableau 2

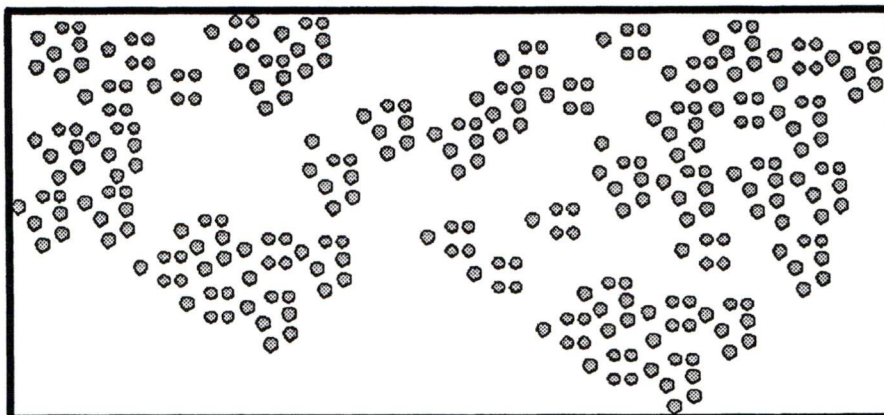
Piste d'amélioration pour remédier à une conception de  
l'importance du zéro dans l'écriture

- |    |  |
|----|--|
| 1. | Utiliser le zéro dans des positions variées dans le nombre           |
| 2. | Distinguer les deux rôles du zéro (absence d'élément et positionnel) |

2.2.1.3 Une conception «collection» de l'écriture des nombres – Selon Bednarz et Janvier (1986), l'écriture des nombres est perçue comme le codage d'une collection d'éléments. L'enfant ne perçoit pas la pertinence de grouper les éléments afin de dénombrer une grande collection. Voici les résultats d'une expérience réalisée par Bednarz et Janvier (1986) avec des enfants de 8–9 ans qui sont à la fin de leur 3<sup>e</sup> année. Ces résultats démontrent la forte présence de cette conception. La figure 3 représente une image proche de ce que les enfants pouvaient voir lors de l'expérience. Cette expérience relatée permettra au lecteur de mieux comprendre cette conception.

Figure 3

Exemple de l'illustration que les enfants voyaient lors de l'expérience



Consigne orale dite en présentant l'image de la figure 3

–Peux-tu me dire très vite combien il y a de points dans ce cadre?

L'enfant ne pouvant pas répondre très vite à la question, la consigne enchaîne avec cette question.



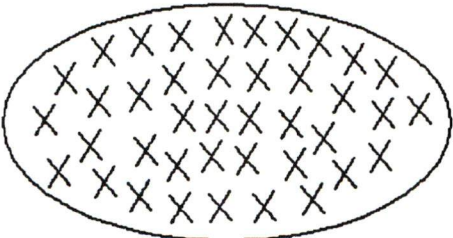
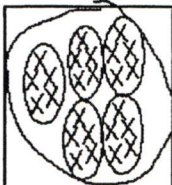
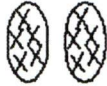
*–Pourrais-tu t'organiser pour que l'ami qui va te suivre puisse répondre très vite à la question?*

Face à cette tâche, 41% des enfants (8–9 ans) ne voient pas l'intérêt de grouper: soit ils dénombrent tous les points un à un, soit ils se fient à l'apparence. En outre, 33 % des enfants regroupent mais ne se servent pas des groupements pour coder la collection par la suite: ils comptent les éléments par 10 ou par 5, ce qui revient à dénombrer. Seulement 26% des enfants regroupent et se servent de cette information pour identifier la taille de cette grande collection.

Les auteures soutiennent que cette conception prend sa source dans un apprentissage où on donne des consignes de groupement et où on dicte une procédure toute faite qui aboutit à l'écriture d'un code. La figure 4 montre un exemple d'une activité qui favorise cette conception.

Figure 4

Exemple d'une activité qui favorise la conception  
«collection» de l'écriture des nombres

<b>Consigne:</b> <i>Regroupe par cinq et code le nombre d'éléments</i>		
	<b>Réponse attendue:</b>	
		
1	2	4

Selon les auteures, un apprentissage de ce type ne peut motiver le recours au regroupement car la règle de groupement est une convention artificielle que l'enfant doit appliquer. Il doit produire un code qui n'est jamais utilisé la plupart du temps. Un tel usage des regroupements renforce l'idée que l'écriture des nombres est composée d'un ensemble de chiffres occupant des positions prescrites à l'aide d'un code non significatif pour l'enfant en apprentissage. L'enfant qui nourrit cette conception ne sera pas à même de voir pourquoi il regroupe et pourquoi il utilise un code en termes de groupements et de regroupements. Brissiaud (1989) est du même avis, il prétend que les enfants soumis trop tôt à ce genre d'activités perdent de vue que le regroupement permet une simplification du comptage et ils ne comprennent généralement pas le sens de ces tableaux.

Le jeune enfant, au départ, associe la connaissance des nombres au comptage des éléments. Sans nier l'importance de celle-ci pour les petits nombres et des procédures de calcul mental, Bednarz et Janvier (1986) soutiennent que, lors de l'apprentissage de la numération, il faut absolument amener l'enfant à regarder l'écriture des nombres non plus comme un code d'une collection mais comme un code d'une collection regroupée où les chiffres de l'écriture ont une signification en terme de groupements.

Sans toutefois développer autant ce point comme ont pu le faire Bednarz et Janvier (1986), Sharma (1993) et Giroux et Lemoyne (1998) dénoncent également l'apprentissage de l'écriture des nombres à l'aide de procédures de groupement toutes faites et l'introduction trop hâtive de tableau de numération.

Pour remédier à cette conception, le tableau 3 regroupe des pistes que nous avons fait ressortir des propos des auteurs ci-haut mentionnés.

Tableau 3  
Pistes d'amélioration pour remédier à une  
conception «collection» de l'écriture des nombres

1.	Éviter d'introduire hâtivement des procédures toutes faites dans l'écriture des nombres.
2.	Favoriser l'usage de matériel où l'élève peut voir les groupements et les regroupements et agir sur eux (faire et défaire).

### 2.2.2 *Les difficultés attachées au traitement de l'écriture dans les procédures de calcul*

Cox (1975) soutient qu'une faible compréhension de la numération (*place value concept* et *base-ten concept*) est à l'origine des erreurs de calcul systématiques le plus souvent observables lors des procédures de calculs. Elle dit qu'une meilleure compréhension de la structure de notre système de numération serait en mesure d'aider les enfants à remédier à leurs erreurs systématiques. Roegiers (1998), à l'instar de cette dernière, tout comme Bednarz et Janvier (1986), insiste sur les erreurs attachées au traitement de l'écriture dans les procédures de calcul. Ils soutiennent que ces erreurs sont des difficultés qui se manifestent dans les opérations de calculs et qui ne sont pas des problèmes de calculs en soi mais bien des difficultés de représentation des nombres. Prenons, pour exemple, des enfants qui écrivent  $26 + 37 = 513$ . Selon Roegiers (1998) la conception erronée sous-jacente est  $2 + 3 = 5$  et  $6 + 7 = 13$ . Bednarz et Janvier (1986) partagent ce type d'erreurs en deux groupes distincts: (1) les conceptions attachées à la retenue et à l'emprunt et (2) la difficulté à coordonner deux groupements différents simultanément.

#### 2.2.2.1 *Une conception attachée à la retenue ou à l'emprunt* – La faible signification accordée à la valeur des chiffres en terme de groupements dans l'écriture conventionnelle ressort lorsque les enfants doivent opérer sur les nombres. Ils ne perçoivent pas la retenue et l'emprunt comme une transformation effective sur les groupements.



Cette *conception attachée à la retenue ou à l'emprunt* est essentiellement attribuable, selon les auteures, au fait que la compréhension de l'écriture est traitée en pré-requis à l'étude des opérations sur les nombres. Le lien entre les deux est pauvre et le matériel (ou les images qui représentent du matériel) est utilisé surtout à des fins de codage et non comme support à la perception des groupements (ex. l'abaque). Les enfants qui ont cette conception sont extrêmement démunis quand ils éprouvent des difficultés face à un algorithme de calcul. La figure 5 illustre des exemples d'erreurs attribuables à cette conception.

Figure 5

Exemple d'erreurs dans les procédures de calcul

L'enfant enlève le plus petit chiffre du plus grand	Il répond « ça ne se peut pas » ou il enlève ce qu'il peut	Il « barre un et ajoute un » et se dirige vers l'erreur suivante.
$\begin{array}{r} 245 \\ - 138 \\ \hline 113 \end{array}$	$\begin{array}{r} 245 \\ - 138 \\ \hline 110 \end{array}$	$\begin{array}{r} 245 \\ - 138 \\ \hline 100 \end{array}$

Pour remédier à cette conception, le tableau 4 regroupe des pistes d'amélioration que nous avons fait ressortir des propos des auteurs ci-haut mentionnés.



Tableau 4

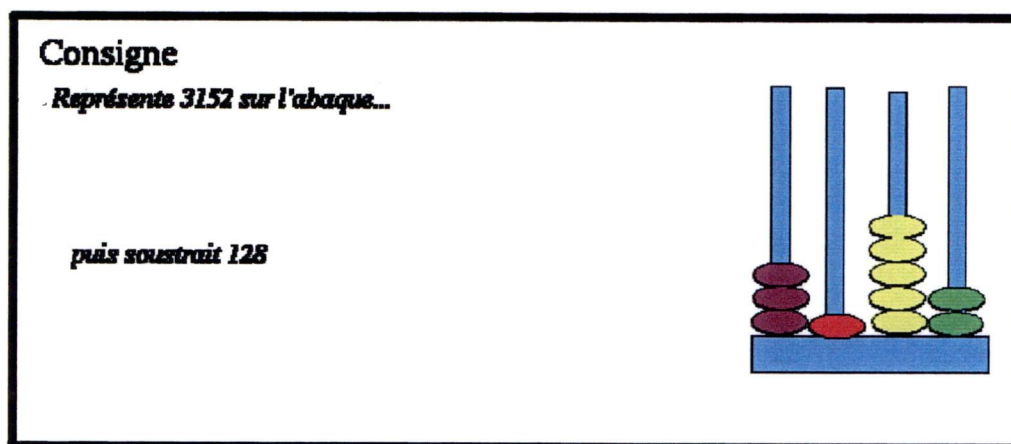
Pistes d'amélioration pour remédier à la difficulté  
à coordonner deux groupements différents simultanément

- |    |   |
|----|---|
| 1. | Favoriser un apprentissage simultané des opérations et la numération.   |
| 2. | Favoriser l'usage de matériel où l'élève peut voir les groupements et les regroupements et agir sur eux (faire et défaire). |

2.2.2.2 *Difficulté à coordonner deux groupements différents simultanément* – Selon Bednarz et Janvier (1986), il ne s'agit pas là d'une erreur de conception en tant que telle, mais une difficulté suffisamment présente pour s'en préoccuper. La figure 6 illustre un exemple d'activité qui exige de coordonner plusieurs groupements simultanément.

Figure 6

Exemple d'une activité qui demande de coordonner plusieurs groupements



Selon les résultats d'expérience de Bednarz et Janvier (1986), 95% des enfants ne se trompent pas pour reproduire le nombre sur l'abaque, mais plus de 50% n'arrivent pas à soustraire le nombre. Il semble que quand l'enfant doit coordonner des groupements et des regroupements simultanément, cette activité s'avère souvent difficile. Cette difficulté a également été observée avec des élèves du secondaire par Hart (1981, dans *Ibid.*, p. 30).

La cause de cette difficulté selon Bednarz et Janvier (1986) est, qu’au moment de l’apprentissage de la numération, on présente souvent le premier groupement puis on fait le passage vers le regroupement des centaines. L’enseignement se soucie davantage de la compréhension isolée de ces deux réalités. L’élève, quant à lui, n’arrive pas à étendre son raisonnement lorsqu’il est temps de les coordonner. Une façon de pallier cette difficulté serait, selon les même auteures, d’introduire plusieurs regroupements en même temps et de ne pas juger la complexité des nombres à la taille de ceux-ci. En effet, il est plus difficile par exemple de traiter 341–258 que de traiter 1256–1243.

Pour remédier à cette conception, le tableau 5 regroupe des pistes d’amélioration que nous avons fait ressortir des propos des auteures ci-haut mentionnés.

Tableau 5

Piste d’amélioration pour remédier à la difficulté à coordonner  
deux groupements différents simultanément

---

1. Introduire plusieurs niveaux de groupements en même temps

---

2.2.3 *Difficultés attribuables à la différence entre la désignation écrite et la désignation orale des nombres*

Selon Fuson (1991), l’écriture des nombres prend son sens dans les nombres nommés. Lorsque l’on cherche à trouver les responsables des difficultés au moment de l’apprentissage de la numération, «les divergences et les oppositions entre les deux systèmes (oral et écrit) expliquent bien des blocages » (Van Hout, 1994, p. 22). Fuson est sans doute l’auteure la plus prolifique et la plus citée à ce sujet. Baruk (1997) insiste beaucoup aussi sur le fait que l’enseignement devrait toujours se soucier de rattacher et de comparer l’écriture chiffrée à ce qui se dit. Par ailleurs, elle

croit que l'erreur la plus souvent commise dans l'enseignement est celle « de ne pas se préoccuper de faire tenir ensemble le *su* et le *lu*, le *lu* et *l'entendu*, *l'entendu* et le *vu* [...]» (p. 15).

À l'instar de Fuson (1991) et de Baruk (1997), Sharma (1993) croit que de nombreuses difficultés dans l'apprentissage de la numération sont attribuables à la différence entre la forme écrite et la forme parlée. Que la présence de noms de nombres arbitraires notamment onze, douze, treize, laisse longtemps les enfants dans une structure conceptuelle unitaire pour les nombres à deux chiffres puisque que le recours au comptage dans ce contexte devient la seule option envisageable et efficace.

Voici quelques illustrations de difficultés observables sur ce plan:

- L'enfant récite mécaniquement les mots-nombres jusqu'à vingt souvent en n'ayant pas conscience que les nombres entre dix et vingt sont reliés à ceux inférieurs à dix.

En conséquence, il devient difficile pour l'enfant de voir que les nombres représentés par ces mots sont composés d'une dizaine et d'un nombre  $x$  d'unités (Fuson et Kwon, 1991). Il est suggéré d'associer les mots-nombres dits aux mots-nombres numériquement écrits pour que l'enfant puisse voir le «1» que ces nombres ont en commun et pour qu'ils observent la régularité de la suite des nombres.

- L'enfant a du mal à voir le sens cardinal aux mots-nombres.

Pour l'aider, le recours à l'addition et à la soustraction de petits nombres est préconisé par Fuson et Kwon (1991). Les mots-nombres deviennent alors « utilisables » et l'enfant peut se représenter la cardinalité du nombre. Dans cette



même foulée, Brissiaud (1989) favorise le recours au calcul mental et l'émergence des processus personnels de calcul mental car, dit-il, dans un calcul mental « le travail sur les dizaines ne conduit pas aux mêmes oralisations que celui qui est mené sur les unités, l'enfant ne peut pas faire abstraction de ce que représentent les différents chiffres » (Brissiaud, 1989, p.154). Il ajoute qu'il ne faut pas non plus prendre pour acquis que le mot «dizaine», par exemple, est d'emblée compris par l'enfant comme étant «dix» sous la forme nominale, la même chose pour le mot «unité» ou le mot «centaine».

- L'enfant écrit « trois cent cinquante-quatre » 30054 ou 310054

Baruk (1997) insiste, à son tour, pour que les élèves soient souvent confrontés aux mots-nombres dits et à leur représentation en chiffres et en lettres. Elle dit sur ce point que pour donner un sens à l'écriture des nombres en chiffres, « il faut d'abord reconnaître dans ce qui se dit, ce qui s'entend, la façon dont s'organise le nombre » (p. 99). Voici un exemple qu'elle donne pour l'enseignement du sens des mots trente, quarante, cinquante, soixante: entendre ce que disent les mots TRente (TROis); Quarante (QUatre); CINQuante (CINQ); Soixante (le sifflement du Six). Selon elle, ne pas prendre en considération la dimension de l'oralité pré-écriture c'est commencer (déjà!) à creuser un fossé entre le familier, le connu et le « monde des mathématiques » (Baruk, 1997, p. 99). Giroux et Lemoyne (1998) disent essentiellement la même chose en préconisant une bonne connaissance des codes écrits et numériques des nombres.

Les auteurs de ces exemples de difficultés mettent en évidence trois points importants afin de remédier aux difficultés attribuables à la différence entre la désignation écrite et la désignation orale des nombres que nous résumerons en un mot: liens. Ils suggèrent de faire des liens entre ce qui est entendu et dit et ce que cela représente sur le plan cardinal. Ils proposent de faire des liens entre les mots nombres

bits et les mots nombres écrits numériquement. Et, enfin, ils recommandent de faire des liens entre l'écriture numérique des nombres et l'écriture en lettres.

Pour remédier à ces difficultés, le tableau 6 regroupe les pistes d'amélioration que nous avons fait ressortir des propos des auteures ci-haut mentionnées.

Tableau 6

Pistes d'amélioration pour remédier aux difficultés attribuables à la différence entre la désignation écrite et la désignation orale des nombres

- |   |
|---|
| 1. Relier les désignations orales des nombres aux désignations écrites en chiffres (et l'inverse).  |
| 2. Relier les désignations orales des nombres aux désignations écrites en lettres (et l'inverse).   |
| 3. Relier les désignations écrites en chiffres des nombres aux désignations écrites en lettres (et l'inverse).  |
| 4. Favoriser les calculs mentaux.   |
| 5. Favoriser l'émergence de processus personnel de calcul mental.   |
| 6. Ne pas considérer que le mot «dizaine» est d'emblée compris par l'enfant comme étant «dix» sous la forme nominale (même chose pour unité et centaine). |

Nous avons présenté un portrait des difficultés relatives à l'apprentissage de la numération et les pistes d'améliorations pour remédier à ces difficultés. Avant de présenter les critères de la grille d'analyse qui en découleront, nous aurons soin de faire l'examen du contenu en numération que favorise le *Programme de formation de l'école québécoise* (Gouvernement du Québec, 2001b).

### 2.3 La numération et le *Programme de formation de l'école québécoise*

Le *Programme de formation de l'école québécoise* (Gouvernement du Québec, 2001b) tient compte de l'apprentissage du système de numération dans les contenus d'enseignement en mathématiques. Plusieurs points de la partie « Savoirs

essentiels » concernent la numération et certains autres de la partie « Repères culturels » touchent le thème de la numération. Nous procéderons ainsi en deux temps: (1) les « Savoirs essentiels » en mathématiques, précisément ceux qui touchent l'apprentissage de la numération, et (2) les « Repères culturels » reliés au système de numération.

### 2.3.1 *Les « Savoirs essentiels » en mathématiques qui touchent la numération au premier cycle du primaire*

Au premier cycle du primaire, le programme recommande la lecture et l'écriture des nombres naturels inférieurs à 1000 (unité, dizaine, centaine) et la distinction nette entre le chiffre et le nombre. Il ajoute également le recours au comptage, au dénombrement, à la représentation, à la décomposition et à la comparaison des nombres de 0 à 999.

Les opérations au programme du premier cycle du primaire sont l'addition et la soustraction. Ainsi, quand nous parlons des opérations, nous faisons référence à ces deux seules opérations. Les opérations, le sens de celles-ci ainsi que le choix de l'opération, comme nous l'avons vu plus tôt, ont un lien direct avec la numération. L'approximation du résultat d'une opération, l'exploration de processus personnels de calcul écrit et le calcul mental sont également liés à la numération.

Le tableau 7 regroupe les pistes que nous retiendrons pour les critères de notre grille sur le plan des « Savoirs essentiels ».



Tableau 7

Pistes des « Savoirs essentiels » à retenir pour l'élaboration des critères

- |   |
|---|
| 1. Favoriser la distinction entre le chiffre et le nombre.  |
| 2. Favoriser le recours au comptage, au dénombrement, à la représentation, à la décomposition et à la comparaison des nombres de 0 à 999. |
| 3. Favoriser le recours aux opérations (addition et soustraction) comportant différents sens.   |
| 4. Favoriser le choix de l'opération.   |
| 5. Favoriser l'usage à l'approximation du résultat d'une opération.   |
| 6. Favoriser l'exploration de processus personnels de calcul écrit.   |
| 7. Favoriser le recours aux processus personnels de calcul mental.  |

### 2.3.2 Les « Repères culturels » en mathématiques

Très jeune, l'enfant est appelé à découvrir et à distinguer les contextes sociaux où interviennent les chiffres et les nombres. Le premier cycle du primaire lui permettra de discriminer davantage ces contextes levant le voile sur d'autres. Le programme suggère également que l'enfant soit initié à la compréhension de l'origine et de la création des nombres ainsi qu'à l'évolution de leur écriture. Il propose également que l'enfant puisse confronter ses processus de calculs personnels aux processus conventionnels afin d'identifier les limites, les avantages, les inconvénients et l'évolution de chacun. Il suggère aussi que l'enfant soit mis en contact avec les « machines » à compter de maintenant et du passé, notamment, le boulier, l'abaque, les bâtonnets, la calculatrice, afin qu'il puisse constater l'évolution de ceux-ci et développer son sens critique face à leurs avantages et leurs inconvénients respectifs.

Sur le plan des « Repères culturels », nous retiendrons les éléments regroupés dans le tableau 8 pour les critères de notre grille.

Tableau 8

Pistes des « *Repères culturels* » à retenir pour l'élaboration des critères

- |  |
|--|
| 1. Favoriser l'apprentissage de la numération dans différents contextes sociaux.   |
| 2. Favoriser la compréhension de l'origine et de la création des nombres ainsi que l'évolution de leur écriture.   |
| 3. Confronter les processus de calculs personnels de l'enfant aux processus conventionnels afin d'identifier les limites, les avantages, les inconvénients et l'évolution de chacun. |
| 4. Favoriser l'apprentissage de certains aspects de l'évolution des outils destinés à faire des opérations sur les nombres (boulier, abaque, bâtonnets, calculatrice, etc.).         |

Toutes les pistes d'amélioration et les éléments du programme retenus, qui ont été regroupés sous forme de tableau, sont le point de départ pour le développement des critères d'analyse du volet numération de notre grille (Volet I). Ces critères sont développés au quatrième chapitre. La partie qui suit vise établir un portrait de l'interactivité du MDI, en ce sens qu'elle tentera de faire ressortir les caractéristiques spécifiques liées à l'interactivité d'un matériel didactique informatisé.

### 3. ÉTABLIR UN PORTRAIT DE L'INTERACTIVITÉ DU MDI

Rappelons que nous tentons d'établir un portrait de l'interactivité des MDI pour répondre à l'objectif suivant: « Faire ressortir les critères d'analyse d'ordre interactif qui sont en mesure de favoriser l'apprentissage des concepts mathématiques au premier cycle du primaire. » Dans le cadre de ce chapitre, nous ferons ressortir les principaux éléments théoriques desquels les critères découlent. Les critères d'analyse, tout comme ceux qui portent sur la numération, sont développés au quatrième chapitre.

Au cours de la démarche qui nous a menée à mettre au jour le modèle d'apprentissage privilégié pour notre travail et les éléments à prendre en considération dans l'apprentissage de la numération, nous avons fait ressortir plusieurs aspects qui font en sorte que l'analyse d'un MDI doit sans nul doute se faire au-delà du contenu d'apprentissage visé. En d'autres termes, un matériel didactique pourrait être extrêmement fidèle et complet en ce qui touche le contenu d'apprentissage sans pour autant en favoriser les apprentissages chez les élèves qui l'utilisent. Brien, Bourdeau et Rocheleau (1999), qui adoptent le point de vue des sciences cognitives, soulignent l'importance de la qualité de l'interactivité pour favoriser l'apprentissage.

L'interactivité est un concept souvent confondu avec l'interaction (Jacquinot et Meunier, 1999). Selon Brien et ses collaboratrices (1999), l'interaction vient des théories de la communication et suppose un échange d'informations entre deux interlocuteurs (personne-personne, personne-machine, personne-animal, etc.). « L'interactivité est à la fois le caractère mesurable et le support de cette interaction (dialogue et action) dans un contexte personne-machine. » (*Ibid.*, p.23)

Selon Trevitt (1996, dans Brien *et al.*, 1999, p. 24), on détermine la qualité de l'interactivité dans un logiciel d'apprentissage lorsque celle-ci soutient les quatre buts suivants qui sont:

- (a) l'engagement de l'apprenant: la capacité de capter et maintenir l'intérêt de l'apprenant;
- (b) l'accessibilité à l'information: la capacité à fournir un accès simple et rapide à l'information, et le contrôle de l'information;
- (c) la clarification des informations: la capacité de fournir des explications alternatives et des exemples, la rétroaction;
- (d) la pratique: la capacité à fournir des occasions de pratiquer pour le développement des habiletés.



### 3.1 La structuration du contenu

La structuration du contenu revient dans plusieurs des principes de Fleury (1994). Nous avons ainsi retenu son appellation et elle constitue, avec l'assistance à l'élève, une des deux parties constitutives du Volet interactivité de notre grille. La structuration du contenu se divise en trois: l'organisation de l'information, son accessibilité et le contrôle possible de l'apprenant sur l'information disponible.

Comme le font ressortir les travaux de Trevitt (1996, dans Brien *et al.*, 1999), mentionnés plus haut, pour faciliter l'aisance de l'apprenant qui entre dans son univers, le MDI doit faire usage d'une certaine structure. Il insiste sur l'accessibilité à l'information et le contrôle de celle-ci. Ces deux aspects ont été retenus dans nos travaux comme des composantes majeures à la structuration du contenu.

Rocheleau (2000; 2001) parle pour sa part davantage du « confort » de l'apprenant. Selon l'auteure, c'est la structure qui permettra de sécuriser l'apprenant et ainsi le motiver dans sa quête de savoir. Selon elle, l'environnement d'apprentissage doit être cohérent et surtout ne pas favoriser les sentiments négatifs chez l'apprenant.

Giardina et Laurier (1999, p. 47), quant à eux, favorisent une « gestion de la complexité ». Fleury (1994) explique que le MDI doit tenir compte des niveaux de complexité de l'information qu'il fournit. Sous l'éclairage des travaux pratiques de Spiro et Feltovich (1991), il propose d'adapter la richesse des informations du MDI aux schémas cognitifs de l'apprenant par la présence, par exemple, de plusieurs strates de connaissances en vue de s'ajuster aux connaissances préalables de l'élève. Ici, il met en cause, l'organisation générale de l'information, celle-ci sera un autre élément majeur à la structuration du contenu.

### 3.2 L'assistance à l'élève

Les besoins d'assistance varient dans le temps et selon les élèves. C'est pourquoi, le MDI doit être en mesure de fournir de l'assistance pour tous les besoins (Fleury, 1994). Pour cette raison, l'assistance à l'élève est l'autre partie constituante du *Volet II* de notre grille. Fleury divise les besoins d'assistance en trois groupes.

Le premier groupe rassemble les besoins d'assistance fonctionnelle. L'apprenant doit être en mesure de comprendre les fonctions du MDI, de connaître leur portée et comment les utiliser. Selon Fleury, c'est le rôle du MDI de développer des procédures qui dévoilent les diverses fonctions disponibles.

Le deuxième groupe rassemble les besoins d'assistance qui touchent davantage les apprentissages comme les besoins de repérage dans le matériel ou les besoins de rétroactions de tout apprenant (Fleury, 1994). Selon le même auteur, le MDI a également la mission de répondre aux interrogations du type: Par où commencer? Comment se repérer dans le MDI? Quelles activités préalables peuvent être faites avant de débiter telle ou telle section? Quelles sont les activités complémentaires à effectuer?

Et enfin, le troisième groupe chapeaute l'activité réflexive de l'apprenant. Il touche les besoins de revenir sur les connaissances passées par des procédures d'évaluation et d'auto-évaluation variées et par des procédures mises en place qui favorisent l'activité réflexive de l'apprenant: il peut s'agir d'une réflexion sur ses nouveaux apprentissages ou sur les approches qu'il utilise. En résumé, il est souhaitable que le MDI mette en place des procédures qui feront une boucle autour des connaissances de l'apprenant, ses nouvelles connaissances tout comme ses connaissances antérieures (Fleury, 1994).

Notons ici que l'interactivité, au sens où nous l'entendons dans nos travaux, concerne uniquement l'usager-apprenant et non l'usager-client. Nous ne touchons pas, par exemple, à la convivialité de l'installation, aux outils destinés à l'enseignant (s'il y en a) ou au service à la clientèle.

L'interactivité est un domaine très vaste. Le *Volet II* de la grille d'analyse, présenté au quatrième chapitre, tente de faire le portrait du matériel du point de vue des deux éléments fondamentaux au sein du MDI qui sont: la structuration du contenu et l'assistance à l'élève. Selon le modèle constructiviste de l'apprentissage, ces éléments de l'interactivité sauront soutenir davantage l'apprentissage de concepts mathématiques au premier cycle du primaire, bien qu'il ne soit pas exclu d'utiliser ce volet pour d'autres MDI destinés à l'apprentissage des élèves en contexte scolaire.

Le *Volet II* de notre outil d'analyse a été créé à la lumière des travaux de recherches précédemment nommés dont, plus particulièrement, ceux de Fleury (1993) et ceux de Rocheleau (2000; 2001). Ces auteurs ont été choisis parce qu'ils ont une vaste expérience dans le domaine de l'interactivité et parce qu'ils ont développé des travaux connexes à notre recherche. Dans son travail, Rocheleau (2001) a élaboré une liste d'indicateurs potentiels pour l'évaluation de produits éducatifs informatisés. Plusieurs d'entre eux ont permis de soutenir



l'élaboration de notre grille. Notre grille reprend également des principes de design élaborés par Fleury (1993) et suggérés aux concepteurs et aux conceptrices de systèmes multimédias interactifs. Ces principes, contrairement aux indicateurs de Rocheleau (2001), ne sont pas repris intégralement, ils sont modifiés afin d'en faire des critères d'évaluation opérationnels.

L'opérationnalisation des critères est particulièrement important à prendre en compte car « en l'absence de critères précis, une autre dérive qui est parfois signalée à l'occasion de l'évaluation d'un dispositif de formation consiste à évaluer par référence à d'autres dispositifs qu'on a examinés auparavant » (Dépover, 1994<sup>1</sup>). En effet, la réponse à tout critère d'évaluation ne doit pas reposer sur l'expérience de la personne qui en fait l'évaluation. Sinon, les conclusions d'évaluation manqueront de justesse et d'objectivité. Afin d'étayer la formulation de nos critères quant à ce type de précision, nous nous appuyons sur les travaux de Rocheleau (2001). Celle-ci a élaboré une liste d'indicateurs potentiels pour l'évaluation de produits éducatifs informatisés. Ces indicateurs tentent d'évaluer en détails la macrostructure (la facture) du produit et sa microstructure (le mode de communication du produit). Il s'agit de cette deuxième partie qui a attiré davantage notre attention pour soutenir notre travail.

#### 4. VERS LA VALIDITÉ DE LA GRILLE D'ANALYSE

Les aspects que nous venons de présenter dans ce chapitre mettent en évidence les principales caractéristiques reliées à l'apprentissage de la numération et les principales caractéristiques reliées au potentiel interactif d'un matériel didactique informatisé.

---

1 Citation saisie à l'adresse: <<http://www.fse.ulaval.ca/fac/ten/reveduc/html/vol1/no3/probl.html>>

Ce chapitre se veut le référent théorique des critères de notre grille d'analyse présentés au quatrième chapitre. Il représente déjà une première étape vers la validité de la grille, la validité intrinsèque. Mais cette validité, à elle seule, ne suffit pas à en faire un outil d'évaluation entièrement valide. Pour ce faire, d'autres étapes de validation sont nécessaires. Certaines ont été menées à bien dans le cadre de notre recherche. Des précisions quant à celles-ci se retrouvent au troisième chapitre qui définit précisément la méthodologie de notre recherche.

## **TROISIÈME CHAPITRE**

### **LA MÉTHODOLOGIE**

La démarche méthodologique que nous avons empruntée s'inspire de celle utilisée dans le cadre de travaux similaires (Chaput, 1998; Turcotte, 1998; Dupuis, 2001). Notre démarche comprend trois étapes: l'élaboration des critères de la grille d'analyse, la validation et enfin la mise à l'essai de la grille. Examinons chacune des étapes.

#### **1. L'ÉLABORATION DES CRITÈRES DE LA GRILLE**

Nous avons développé des critères d'analyse de MDI qui sont disposés sous forme de grille. Notre outil d'analyse vise deux volets principaux, à savoir l'examen de la numération dans les MDI et l'examen de ces derniers sur le plan du potentiel interactif. Notre cadre conceptuel a permis, nous l'avons vu en détails au chapitre précédent, d'assurer une rigueur quant au contenu théorique.

#### **2. LA VALIDATION DE LA GRILLE**

Lefrançois (1992) n'hésite pas à dire que « la validité est un champ difficile à circonscrire sur le plan méthodologique, et qui donne lieu à différentes interprétations. Les auteurs ne s'accordent pas sur les éléments taxonomiques entourant cette classification » (p.49). Ainsi, afin de mieux comprendre et de mieux utiliser ces termes, nous avons tenté d'en approfondir les définitions.



## 2.1 La validité

La validité est associée à la précision et à la pertinence de l'instrument ou de l'énoncé. L'instrument ou l'énoncé mesure-t-il vraiment ce qu'il doit mesurer? Selon Mayer et Ouellet (1991), la validité désigne la capacité juste qu'a un instrument de mesurer l'attitude à l'étude. On dit d'un indicateur qu'il est valide lorsqu'il représente adéquatement le concept visé (Gauthier, 1997).

Il existe plusieurs sortes de validité; validité de contenu, validité prédictive, validité intrinsèque, validité des concepts opératoires, validité concourante, etc. Chacune permet d'évaluer la pertinence de l'instrument sous un certain angle ou d'une façon différente. Trois d'entre elles sont touchées par notre projet.

*La validité intrinsèque* – Il s'agit, selon Lefrançois (1992), de la relation entre le contenu de l'instrument et le concept représenté.

*La validité de contenu* – Il s'agit de la capacité qu'a un instrument de couvrir toutes les dimensions et tous les aspects de l'attitude ou du concept à mesurer (Mayer et Ouellet, 1991; Gauthier, 1997). Pour juger de la validité de contenu, il faut une très bonne connaissance du sujet à l'étude.

*La validité apparente* – Un indicateur est valide si de façon logique et spontanée on peut dire qu'il mesurera ce qu'on attend de lui (Gauthier, 1997). Par exemple, un test avec des erreurs de ponctuation ou qui contient des pièges ou un langage inconnu du répondant ne peut atteindre la validité apparente (Ouellet, 1981).

Nous avons parcouru des auteurs, ci-après nommés, qui ont construit des outils comparables à celui que nous avons élaboré, à savoir des recherches qui abordent l'analyse ou l'évaluation de matériels didactiques tels les manuels scolaires

et les logiciels. Toutefois, ces auteurs ne parlent pas des méthodes de validation de leurs outils.

Nous croyons que ceci est attribuable au fait que l'analyse du matériel didactique est souvent considérée du domaine subjectif (Mayer et Ouellet, 1991). Plusieurs recherches s'appuient sur des outils d'analyse complets et articulés, toutefois, ces instruments font rarement l'objet d'un usage ultérieur à la recherche elle-même. Les grilles servent à l'analyse durant la recherche, mais ne sont pas conçues pour être diffusées ou utilisées en dehors du cadre de la recherche. Ainsi, les résultats recueillis à l'aide de ces outils d'analyse semblent plutôt utiles pour apprécier un matériel dans son ensemble, la grille de Richaudeau (1979) en est un exemple, ou encore, à comparer le matériel avec ses compétiteurs, comme le font les grilles de Bertolotti et Dahlet (1984) ou de Mataigne (1987). Les analyses peuvent également servir à faire des recommandations d'utilisation ou d'amélioration du produit tels les critères élaborés par Astolfi, Darot, Ginsburger-Vogel et Toussaint (1997), Rhéaume (1996), Brunswic et Valérien (1995), Dorgan (1994), Strauven (1991) Laurent (1989), Sloane, Myers, Gunn et Mickelsen (1989). Certains auteurs n'ont d'autre prétention avec leur grille d'analyse que d'observer des faits desquels ils discutent ensuite ou sur lesquels ils fondent leur recherche ultérieure. L'instrument d'analyse n'est alors pas construit dans le but d'être utilisé par d'autres évaluateurs ou d'autres évaluatrices. On peut tirer des exemples de ces analyses dans les travaux de Mayer, Sims et Tajika (1995) et de Mayer, Crummey et Greer (1988).

Cet état des faits soulève un questionnement que nous avons tenté d'approfondir pour notre travail. Notre méthode cherche à être rigoureuse sur le plan méthodologique afin d'assurer à notre outil d'analyse une validité acceptable.

## 2.2 Description de la démarche de validation

Les énoncés de la grille correspondent aux éléments de notre cadre théorique. Selon les travaux de Lefrançois (1992), ceci assure une certaine validité intrinsèque à notre grille d'analyse. Par la suite, selon le même auteur, la validité de contenu est assurée par le recours à des experts. Ceux-ci évaluent le degré de représentativité des caractéristiques opérationnalisées dans la grille (des énoncés) en regard aux concepts évoqués.

Pour la réalisation de cette étape de validation, les experts ou les expertes donnent leur appréciation de chaque énoncé à l'aide d'une fiche d'auto-notation comportant deux échelles de Likert à quatre niveaux (de 1 à 4) qui sont la clarté et la pertinence. Le nombre pair de niveaux oblige le répondant ou la répondante à se positionner face au sujet (Mayer et Ouellet, 1991). En plus d'apprécier chacun des critères, les experts ou les expertes répondent aux questions suivantes: « À la suite de votre appréciation, souhaitez-vous proposer d'autres critères qui n'y figurent pas actuellement? Si oui, précisez quels seraient-ils. » et « Avez-vous des commentaires généraux à formuler concernant cette grille? » Les réponses recueillies auprès des experts et des expertes sont ensuite analysées et le résultat de leur appréciation sert à titre indicatif afin d'apporter à la grille les améliorations nécessaires. Les résultats de cette étape de validation auprès des expertes sont présentés en détails au cinquième chapitre.

Au sujet du choix des experts et des expertes, certaines conditions de sélection suggérées par Mayer et Ouellet (1991) ont été suivies. Nous avons eu recours à un nombre de personnes impair pour ne pas avoir à trancher s'il y avait égalité des réponses. De plus, toujours selon Mayer et Ouellet (1991), les personnes sont de milieux différents afin qu'elles ne soient pas en mesure de s'influencer mutuellement. Étant donné les conditions à respecter précédemment nommées, nous avons eu



recours à deux équipes d'expertes, une équipe de trois pour chacun des propos de notre travail: trois expertes de la didactique des mathématiques et trois expertes de l'APO. Deux personnes expertes étaient en mesure de donner leur appréciation sur les deux volets de la grille. Elles ont toutes les deux reçues les documents des deux volets. De plus, pour éviter que les expertes s'influencent entre elles, nous n'avons pas dévoilé les noms des expertes à aucune d'entre elles au cours de leur période d'appréciation.

Les appréciations recueillies auprès des expertes nous ont permis d'améliorer notre outil d'analyse. La première partie du cinquième chapitre nous montre les détails de cette étape. L'annexe A présente un exemple du document remis aux trois expertes de l'APO et l'annexe B présente un exemple du document remis aux trois expertes en didactique des mathématiques.

Lorsque deux expertes ou plus sur trois répondent « en désaccord » (2) ou « fortement en désaccord » (1) à une ou l'autre des échelles (clarté et pertinence) d'un des critères, il y a modifications faites ou retrait du critère selon le cas. À chacun des critères, l'experte est invitée à donner un commentaire et/ou reformuler s'il s'agit d'un manque de clarté de l'énoncé. Ce moyen peut permettre d'atteindre plus facilement un point d'entente. Si les commentaires faits sur papier n'arrivent pas à rendre explicite le désaccord, notre démarche méthodologique prévoit que nous reprenions contact avec ces personnes pour tenter de régler le problème.

Une fois ce cheminement fait et les différentes modifications apportées aux deux volets de la grille, nous allons vers l'étape de la mise à l'essai de la grille.

### 3. MISE À L'ESSAI DE LA GRILLE

Pour cette mise à l'essai, nous avons d'abord dû faire une sélection de MDI, puis, prévoir une démarche d'analyse. Observons le cheminement effectué pour la réalisation de ces deux étapes.

#### 3.1 Sélection des matériels éducatifs informatisés

Les matériels éducatifs informatisés choisis pour la mise à l'essai ont été sélectionnés en premier lieu en fonction de leur accessibilité et disponibilité. En effet, les analyses exigent un laps de temps assez long et il doit être possible d'avoir accès pour longtemps et à plusieurs reprises aux MDI. Pour répondre à cet impératif, la collection du Centre de ressources pédagogiques (CRP) de l'Université de Sherbrooke a été ciblée. L'annexe C présente la liste 2003 de la collection du CRP.

Parmi la collection du CRP, nous avons fait, en second lieu, une sélection des MDI d'après leur contenu. En effet, ces derniers devaient toucher l'apprentissage de la numération au premier cycle du primaire. Trois d'entre-eux étaient pertinents pour notre analyse. L'annexe D présente les MDI qui ont été choisis pour la mise à l'essai avec les références complètes.

Nous avons expérimenté notre grille avec trois matériels didactiques informatisés. Nous sommes consciente qu'il aurait été souhaitable de faire un portrait plus vaste de la situation, mais nous croyons que trois MDI suffiront à atteindre nos objectifs quant à la validation de la grille. À ce sujet, le point de vue de Rhéaume (1996) nous a permis de s'arrêter sur un nombre restreint de MDI. Ce dernier soutient qu'on ne peut bien juger d'un MDI que si on le connaît très bien, si on l'a longuement utilisé. Il dit également que toute analyse faite sur une base spontanée escamoterait certains niveaux d'interventions du logiciel éducatif.

### 3.2 Démarche d'analyse des données

Vu le petit nombre de MDI analysés et la quantité restreinte de données recueillies, le recours à un simple tableur est privilégié plutôt qu'un traitement de données statistiques. Cet outil de travail nous permettra d'établir des tendances qui se dégagent de nos analyses en se gardant bien de les généraliser aux autres MDI. Toutefois, nous aurons un portrait de trois MDI et des constats de forces et de faiblesses de ceux-ci s'en dégageront. L'annexe F présente les pages de données ainsi compilées. Les degrés d'appréciation sont inscrits à chaque critère selon les degrés suggérés dans la légende de la grille pour les trois MDI analysés. Nous attribuons 4 à la réponse «Oui, souvent», 3 à la réponse «Oui, régulièrement», 2 à la réponse «Oui, rarement», 1 à la réponse «Oui, très rarement» et enfin «0» à la réponse «Non, jamais». Le lecteur trouvera la grille telle qu'utilisée au moment de la mise à l'essai à l'annexe E.

Une fois les résultats de la mise à l'essai saisis, nous avons tiré les moyennes des degrés d'appréciation obtenus à chacun des critères. L'interprétation de l'ensemble de la mise à l'essai et des moyennes obtenues fournit un portrait de chacun des trois MDI qui abordent la numération au premier cycle du primaire. Bien que restreinte à trois matériels didactiques informatisés, cette opération nous permet de mettre à l'épreuve notre outil pour juger de sa fonctionnalité et d'avoir un portrait de la situation de la numération et de l'interactivité pour trois MDI. Nous rappelons que la méthodologie ainsi développée tente de répondre à l'objectif général de recherche suivant: Développer une grille d'analyse qui permette de faire le portrait de matériels didactiques informatisés pour l'apprentissage de la numération au premier cycle du primaire.



À la suite de ces trois étapes méthodologiques, soit élaboration des critères, validation de la grille et mise à l'essai de cette dernière, nous croyons que notre outil d'analyse pourra répondre à cet objectif général. Nous croyons que nous serons en possession d'un outil d'analyse fonctionnel et suffisamment complet qui puisse donner un portrait d'un MDI visant l'apprentissage de la numération au premier cycle du primaire sur le plan du contenu mathématique et sur le plan de l'interactivité.

Les fondements théoriques de nos critères ayant déjà été exposés au deuxième chapitre, nous introduirons au chapitre qui suit l'élaboration des critères relatifs à la numération et des critères relatifs à l'interactivité. Nous poursuivrons ensuite avec les résultats de l'étape de validation auprès des expertes et les résultats de l'étape de la mise à l'essai.

## QUATRIÈME CHAPITRE

### ÉLABORATION DES CRITÈRES DE LA GRILLE D'ANALYSE

Dans les chapitres précédents, nous avons d'abord fait état de la pertinence de bâtir une grille d'analyse des MDI tant pour les enseignants et enseignantes que pour les concepteurs et conceptrices de matériel didactique. Par la suite, nous avons mis en place les aspects conceptuels qui nous permettent maintenant d'identifier des critères susceptibles de mieux comprendre le matériel présenté aux élèves, d'en saisir les forces et les faiblesses afin de pallier les difficultés que peuvent représenter certains matériels.

#### 1. CRITÈRES RELATIFS À LA NUMÉRATION

Les critères relatifs à la numération sont divisés en 5 thèmes. Nous en ferons une brève description tout en mentionnant pourquoi ces thèmes ont été choisis et quels sont les auteurs qui les ont inspirés. Les critères de la grille couvrent la très grande majorité des contenus du *Programme de formation de l'école québécoise* (Gouvernement du Québec, 2001b) touchant la numération au premier cycle du primaire. Les critères dont le fondement provient directement du *Programme* sont suivis d'un (P) afin de mieux les démarquer de ceux en provenance des recherches dans le domaine.

Pour améliorer l'apprentissage de la numération, nous avons mis en relief précédemment certaines pistes d'amélioration. Elles ont fait ressortir des critères qui se divisent en cinq sections (de A à E). La Section A aborde des critères qui touchent le matériel de groupement et de regroupement, ce dernier, nous l'avons déjà vu, revêt

une très grande importance. Les quatre autres sections abordent des critères qui touchent davantage des approches utilisées afin de servir au mieux l'apprentissage du système de numération. Les critères regroupés dans les sections suivantes sont: d'abord, à la Section B, une approche diversifiée des nombres et de la numération, puis, à la Section C, une approche qui donne un sens aux opérations, ensuite, à la Section D, une approche qui intègre les désignations orales et écrites des nombres et enfin, à la Section E, une approche culturelle et sociale qui enrichit la numération.

### **1.1 Le matériel de groupement et de regroupement (Section A–Volet I)**

Nombre d'auteurs le souligne, la présence d'un bon matériel de groupement et de regroupement est une qualité nécessaire à l'apprentissage et à une compréhension approfondie du système de numération. Plusieurs qualités sont appréciables à l'endroit de ce matériel et les critères de la section A tentent d'en faciliter l'observation. Les critères peuvent porter sur du matériel concret, qui est suggéré par le MDI, ou sur du « matériel virtuel » représenté en images dans le MDI. La section A de la grille a été élaborée à l'aide des travaux de Bednarz et Janvier (1986; 1984a; 1984b) ainsi que ceux de Sharma (1993) parce que ces auteures ont approfondi davantage le sujet. Toutefois, de nombreux auteurs mettent en évidence que le matériel de manipulation doit être présent lors de l'apprentissage de la numération et qu'il doit posséder certaines qualités essentielles. De fait, les critères de la section A s'appuient également sur les travaux de Cox (1975), Brissiaud (1989), Kamii(1990), Van Hout (1994), Baruk(1997), Varelas et Becker (1997) et Roegiers (1998).



Tableau 9  
Critères de la section matériel de groupement et de regroupement (Section A)

<b>A–Matériel de groupement et de regroupement</b>
A1– L’élève est invité à utiliser du matériel extérieur au MDI afin d’accompagner ses actions – opérations, codage, décodage, etc. (ex. : l’usage de ses doigts).
A2– L’activité fournit à l’élève la possibilité de s’appuyer en tout temps sur des images qui représentent du matériel et qu’il peut déplacer.
<b>Les critères qui suivent s’appliquent autant au matériel virtuel qu’au matériel de manipulation suggéré par le MDI mais extérieur à celui-ci (fourni ou non)</b>
A3– Le matériel, représenté dans l’activité, permet à l’élève d’exécuter des actions comme faire et défaire des groupements, faire et défaire des regroupements, enlever et rajouter des éléments.
A4– Le matériel représenté dans l’activité rend visible à l’élève les groupements et les regroupements.
A5– Le matériel représenté dans l’activité rend visible ou accessible à l’élève la règle de groupement.
A6– Le matériel représenté dans l’activité permet d’opérer sur les groupements et sur les regroupements.
A7– Le matériel représenté dans l’activité comporte au moins deux niveaux de groupements (ex. : les dizaines et les centaines).
A8– Le matériel permet de voir la taille relative des unités, des dizaines et des centaines.
A9– Le matériel représenté dans l’activité est familier à l’enfant et près du réel.
A10– Le matériel permet la représentation des grands nombres facilement et efficacement.
A11– Les opérations sont rattachées à un contexte qui donne du sens à la tâche. Les procédures de calcul sur des codes ont un sens en terme d’actions sur du matériel.
A12– Les unités de mesure conventionnelles (m, dm, cm) sont aussi utilisées comme matériel concret afin d’enrichir la compréhension du système de numération. (P <sup>1</sup> )

## 1.2 Nombres et numération (Section B–Volet I)

En analysant les manuels scolaires et les pratiques enseignantes, des chercheurs sont arrivés à la conclusion que l’essentiel de l’enseignement de la numération utilise du matériel séquentiel (par exemple: le tableau de numération) et

<sup>1</sup> Le Programme suggère l’introduction à l’usage des unités de mesure, mais il n’en suggère pas l’usage comme matériel de manipulation.

des procédures toutes faites qui mettent l'accent sur l'application de consignes et de règles d'écriture prescrites (Bednarz et Janvier, 1986; Fuson et Kwon, 1991; Sharma, 1993). De ce point de vue, une plus grande variété des stratégies d'enseignement est souhaitable afin de permettre une conception plus riche des nombres et du système de numération (Van Hout, 1994). Les critères de la section B s'appuient sur les travaux des auteurs ci-haut mentionnés, sur le *Programme de formation de l'école québécoise* (Gouvernement du Québec, 2001b) et sur les travaux de Roegiers (1998), Baruk (1997) et Brissiaud (1989).

Tableau 10  
Critères de la section nombres et numération (Section B)

<b>B– Nombres et numération</b>
B1– L'élève est amené à distinguer les nombres qui représentent des quantités de ceux qui sont porteur d'un autre sens (ex. : une position, une adresse, un numéro de loterie, le numéro d'une page à lire, etc.)
B2– L'élève est amené à placer la suite des nombres de façon croissante.
B3– L'élève est amené à placer la suite des nombres de façon décroissante.
B4– L'élève est amené à identifier les nombres qui viennent avant et après un nombre.
B5– L'élève est invité à recourir au comptage ou au dénombrement. (P)
B6– L'élève est invité à décomposer des nombres de 0 à 999. (Exemple: Trouver le nombre de centaines, de dizaines et d'unités compris dans le nombre 428) (P)
B7– L'élève est invité à comparer des nombres de 0 à 999. (P)
B8– L'élève est invité à ordonner des nombres de 0 à 999. (P)
B9– L'élève est invité à classifier des nombres de 0 à 999. (P)
B10– L'élève est amené à anticiper la suite des nombres.
B11– L'élève est invité à écouter une consigne sur la suite des nombres et à exécuter la tâche.
B12– L'élève est amené à identifier le rang d'un nombre placé dans un ordre donné.
B13– L'élève est amené à observer des régularités dans la suite des nombres et à identifier la régularité.
B14– L'élève est amené à continuer une suite selon une certaine régularité.
B15– L'élève est amené à imaginer ou à inventer des régularités dans la suite des nombres.
B16– L'élève est amené à faire une distinction nette entre les termes chiffre et nombre.



### 1.3 Numération et opérations (Section C–Volet I)

De l’avis de plusieurs auteurs, la compréhension du fonctionnement du système de numération et l’apprentissage des gestes liés aux opérations sont indissociables (Giroux et Lemoyne, 1998; Baruk, 1997; Fayol, 1990; Brissiaud, 1989; Bednarz et Janvier, 1986). Selon ces mêmes auteurs, les opérations doivent servir de moyens concrets pour approfondir la compréhension du système de numération. Les problèmes à résoudre doivent se faire en fonction d’actions sur du matériel. Les stratégies d’enseignement utilisées pour introduire les opérations doivent tendre à donner un sens aux gestes liées aux opérations (Bednarz et Janvier, 1986). Les critères de la section C s’appuient sur les travaux des auteurs précédemment nommés et sur le *Programme de formation* (Gouvernement du Québec, 2001b).

Tableau 11  
Critères de la section numération et opérations (Section C)

<i>C–Numération et opérations</i>
C1– L’élève est invité à faire des opérations où il doit défaire ou refaire un ou des groupements et regroupements.
C2– L’élève est invité à faire des opérations où il doit coordonner au moins deux groupements à la fois.
C3– L’élève est invité à choisir l’opération appropriée selon le problème présenté. (addition et soustraction) (P)
C4– L’élève est invité à faire des additions qui comportent différents sens comme l’ajout, la réunion, la comparaison. (P)
C5– L’élève est invité à faire des soustractions qui comportent différents sens comme le retrait, le complément, la comparaison. (P)
C6– L’élève est invité à faire des multiplications qui comportent différents sens comme l’addition répétée, le produit cartésien, etc. (P)
C7– L’élève est invité à faire des divisions qui comportent différents sens comme la soustraction répétée, le partage, la contenance. (P)
C8– L’élève est invité à faire des approximations du résultat d’opérations. (P)
C9– L’élève est invité à faire des calculs mentaux. (P)
C10– L’élève est invité à développer ses processus personnels de calcul mental. (P)



<b><i>C–Numération et opérations</i></b>
C11– L’élève est invité à réfléchir sur ses processus personnels de calcul mental. (P)
C12– L’élève est invité à faire du calcul écrit selon ses processus personnels (les processus conventionnels sont au programme du deuxième cycle seulement) (P)
C13– Le zéro est parfois introduit à la position de gauche dans le nombre.

#### 1.4 Désignations orales et écrites (Section D–Volet I)

Fuson est sans doute l’auteure la plus prolifique et la plus citée au sujet des désignations orales et écrites. De ce fait, notre grille tient compte de ses travaux (Fuson, 1991; Fuson et Kwon, 1991), mais aussi des travaux de Baruk (1997) qui insistent beaucoup sur le fait que l’enseignement devrait toujours se soucier de rattacher et de comparer l’écriture des nombres en chiffres et en lettres aux désignations orales de ces mêmes nombres. Par ailleurs, Baruk croit que l’erreur la plus souvent commise dans l’enseignement est celle « de ne pas se préoccuper de faire tenir ensemble le su et le lu, le lu et l’entendu, l’entendu et le vu (...)» (p. 15). Les critères de la section D s’appuient sur les travaux des auteurs précédemment nommés et aussi sur les travaux de Giroux et Lemoyne (1998), Varelas et Becker (1997), Sharma (1993), Fayol (1990) et Brissiaud (1989).

Tableau 12  
Critères de la section désignations orales et écrites (Section D)

<b><i>D– Désignations orales et écrites</i></b>
D1– Les activités que proposent le MDI rattachent régulièrement l’écriture chiffrée des nombres à la forme orale de ceux-ci.
<b><i>Numération orale</i></b>
D2– L’élève est amené à différencier les divers mots numériques (ex. : six de dix à l’oral).
D3– L’élève est invité à comparer les sonorités semblables des nombres. Ex. TRente =>TROis; Quarante=> QUatre; CINQante =>CINQ); Soixante => sifflement du « six », etc.
D4– L’élève est invité à dire à haute voix des nombres.

<b><i>D– Désignations orales et écrites</i></b>
D5– L’élève est invité à dire à haute voix des nombres écrits en chiffres et en lettres.
D6– L’élève est amené à voir le sens du mot unité comme étant «un» sous la forme nominale.
D7– L’élève est amené à voir le sens du mot dizaine comme étant «dix» sous la forme nominale.
D8– L’élève est amené à voir le sens du mot centaine comme étant «cent» sous la forme nominale.
D9– L’élève est amené à trouver le bon nombre à la suite d’une consigne dite oralement.
D10– L’élève est amené à distinguer certains termes complexes à l’oral. (ex. quatre-vingts, soixante-dix, onze, douze, treize, etc.)
D11– L’élève est amené à faire la lecture des nombres sous forme alphabétique et numérique.
<b><i>Numération écrite</i></b>
D12– L’élève est amené à faire l’écriture des nombres sous forme alphabétique et numérique.
D13– L’élève est invité à comparer l’écriture chiffrée des nombres à l’écriture en lettres des mêmes nombres.
D14– L’élève est amené à identifier les différentes calligraphies des symboles (2, 2, etc.).
D15– L’élève est amené à différencier les divers symboles numériques (ex. : 6 et 9, 2 et 5, etc. à l’écrit).
D16– L’élève est amené à représenter des nombres sous différentes formes (ex. : chiffres romains, arabes, etc.).

### 1.5 Culture, société et numération (Section E–Volet I)

Les critères de cette section s’appuient essentiellement sur le contenu de la partie « Repères culturels » du Programme de formation de l’école québécoise (Gouvernement du Québec, 2001*b*). Les repères culturels « correspondent à des ressources de l’environnement social et culturel pouvant contribuer au développement des diverses compétences » (p. 9). Ils font partie intégrante des compétences disciplinaires aux côtés des « Savoirs essentiels ». Étant donné l’accent que met le Programme sur la formation globale, diversifiée et ouverte sur le monde,



nous avons cru particulièrement pertinent d'en tenir compte à l'intérieur de notre grille.

Tableau 13  
Critères de la section culture, société et numération (Section E)

<b>E- Culture, société et numération</b>
E1- L'élève est invité à apprendre et/ou à se questionner sur certains aspects de l'origine des nombres ou de leur création. (P)
E2- L'élève est invité à apprendre et/ou à se questionner sur un ou sur certains aspects de l'évolution dans l'écriture des nombres (ex.: traits, chiffres, zéro, etc.). (P)
E3- L'élève est amené à travailler la numération et les opérations dans différents contextes sociaux (ex.: des prix, des quantités, des masses, des grandeurs, etc.). (P)
E4- L'élève est invité à apprendre et/ou à se questionner sur un ou sur certains aspects de l'évolution de la technologie utilisée afin de d'opérer sur les nombres (ex.: bâtonnets, trait, boulier, abaque, calculatrice, ordinateur, etc.). (P)
E5- L'élève est invité à apprendre et/ou à se questionner sur les avantages et les limites des outils qui permettent d'exécuter des opérations (ex.: bâtonnets, traits, boulier, abaque, calculatrice, ordinateur, etc.). (P)
E6- L'élève est mis en situation où il doit communiquer les résultats de ses opérations (ex.: au moyen du langage parlé, du langage écrit, de simulation d'actions ou d'autres symbolisations). (P)
E7- Les unités de temps sont présentées à l'élève comme une occasion de travailler la numération avec des bases autres que celle de dix. (minute, seconde, jour, mois) (P <sup>1</sup> )

Ainsi, par ces cinq tableaux où sont présentés les critères développés, nous avons tenté de cerner les principaux éléments à prendre en compte pour un apprentissage riche et complet de la numération. Rappelons que nous visons répondre à l'objectif spécifique suivant: Développer une grille d'analyse qui permette de faire le portrait des matériels didactiques informatisés pour l'apprentissage de la numération au premier cycle du primaire.

<sup>1</sup> Le Programme suggère l'introduction à l'usage des unités de temps mais il n'en suggère pas l'usage comme occasion de travailler la numération avec des bases autres que celle de dix.



Toutefois, si l'on tient compte du modèle d'apprentissage dégagé au deuxième chapitre, même si le MDI présentait tous les contenus en numération que nous avons faits ressortir dans les tableaux précédents, il ne va pas de soi qu'il y aura effectivement apprentissage de la part de l'élève. C'est pourquoi, dans le cadre de nos travaux, nous élaborons aussi des critères relatifs à l'interactivité du MDI en plus des critères relatifs à la numération présentés précédemment.

Le volet interactivité de la grille d'analyse se divise en deux sections: *la structuration de l'information* (A) et *l'assistance à l'élève* (B). Chacune de ces deux sections se compose de trois parties qui portent sur des thèmes distincts. Nous ferons ici une description des diverses composantes de ce volet de la grille tout en mentionnant quels sont les auteurs sur lesquels elles s'appuient.

## 2. CRITÈRES RELATIFS À L'INTERACTIVITÉ DE MDI

### 2.1 La structuration du contenu (Section A–Volet II)

Pour supporter l'apprenant qui entre dans le contenu d'un MDI, ce dernier doit faire preuve d'une certaine structure comme nous l'avons vu au deuxième chapitre dans les propos de Rocheleau (2000, 2001), Giardina et Laurier (1999), Trevitt (1996, dans Brien *et al.*, 1999) et Fleury (1994). Ce dernier insiste sur le fait que le matériel didactique informatisé doit tenir compte des niveaux de complexité de l'information fournie. Fleury parle abondamment de la structuration du contenu du MDI et il la définit sous trois thèmes. La structuration constitue la Section A du Volet II.

Cette section (A) se divise en 3 sous-sections. *L'organisation de l'information* (A1), se compose de critères qui font ressortir des éléments de mise en

oeuvre de l'organisation et l'ordre du contenu. La deuxième partie, *l'accessibilité de l'information* (A2), s'attarde à définir des critères qui touchent surtout les procédures techniques qui facilitent et rendent aisés l'usage du MDI par l'élève. La troisième partie, *le contrôle de l'information* (A3), regroupe des critères qui font appel à l'autonomie de l'apprenant face à ses apprentissages.

### 2.1.1 *L'organisation de l'information (Sous-section A1)*

L'organisation de l'information dans un matériel didactique informatisé doit favoriser la construction des associations significatives entre l'information présentée et les connaissances déjà existantes chez l'apprenant (Fleury, 1994). Des stratégies comme des plans de contenu, des résumés de contenu, des titres, des sous-titres, peuvent aider l'élève à repérer les informations pertinentes et à mieux les intégrer (Fleury, 1994). Selon Rocheleau (2000), l'apprenant face à une notion nouvelle peut consacrer beaucoup d'efforts à lui donner un sens. Cet effort cognitif peut être minimisé si on accorde une attention particulière à l'organisation des informations proposées. Par exemple, présenter les compétences visées par l'activité dans une structure signifiante pour l'apprenant et dans un langage adapté à celui-ci peut faire en sorte de donner plus de signification aux actions posées (Rocheleau, 2001). Comme autre exemple l'auteure suggère des « schémas conceptuels » (Rocheleau, 2000, p. 17) qui sont des arrangements visuels des concepts majeurs.

Tableau 14  
Critères relatifs l'organisation de l'information (A1)

<b>A1. L'organisation de l'information</b>
A1.1 Les activités sont divisées en segments portant sur un thème particulier et/ou gravitant autour d'idées connexes. (Fleury, 1994)
A1.2 Le MDI fait usage de titres. (Fleury, 1994)
A1.3 Le MDI fait usage de sous-titres. (Fleury, 1994)
A1.4 Le MDI fait usage de résumés de contenu. (Fleury, 1994)
A1.5 Le MDI fait usage d'un plan de contenu. (Fleury, 1994)
A1.6 Les compétences visées sont présentées à l'élève dès le début des activités. (Rocheleau, 2001)
A1.7 Le niveau de langage des compétences précisées est adapté à l'élève. (Rocheleau, 2001)
A1.8 Les compétences à acquérir sont numérotées hiérarchiquement <b>OU</b> sont présentées dans une structure signifiante pour l'élève. Par exemple: le logigramme, schémas conceptuels (Rocheleau, 2001)
A1.9 Le MDI annonce les compétences à acquérir et visées dans chacune des sections. (Fleury, 1994; Rocheleau, 2001)

### 2.1.2 L'accessibilité de l'information (Sous-section A2)

L'élève qui utilise un matériel didactique informatisé est en apprentissage des contenus qui sont visés par le matériel et le MDI doit tenir compte de ce fait. À ce titre, il doit éviter les surcharges cognitives et ménager les efforts intellectuels aux endroits stratégiques (Fleury, 1994). La complexité de la navigation doit être réduite et faire en sorte que l'apprenant puisse se concentrer sur les apprentissages visés. Les procédures de navigations doivent être simples et constantes. Selon Rocheleau (2001), la narration, le son, le texte présenté à l'écran et les images doivent observer certaines règles d'équilibre afin de favoriser l'apprentissage. Les métaphores d'actions, qui sont les histoires, les mises en situation, les personnages présentés ou évoqués, les analogies ou les exemples, ont aussi un rôle à jouer pour favoriser l'apprentissage, elles doivent être diversifiées et plausibles (Rocheleau,



1). Nombre d'apprenants ont du mal à dissocier l'information du contexte dans lequel elle est insérée (Brown, Collins et Duguid, 1989). Pour cette raison, les métaphores d'actions du MDI doivent être significatives et présenter une certaine référence avec le contenu d'apprentissage visé (*Ibid.*, 1989). Les métaphores d'actions qui explorent des mises en situation variées et plusieurs contextes pour les mêmes apprentissages favoriseront chez l'apprenant une certaine flexibilité cognitive (Fleury, 1994). Ce dernier aura la chance de percevoir un même contenu sous différents angles d'observation et ainsi, d'une certaine façon, il pourra « contre-solliciter » les associations sémantiques précédemment construites (Fleury, 1994).

Tableau 15

Critères relatifs à l'accessibilité de l'information (A2)

<b>A2. L'accessibilité de l'information</b>
A2.1 Les consignes de navigation sont présentées dès le début du MDI. (Rocheleau, 2001)
A2.2 Les procédures de navigation sont complètes et claires. (Fleury, 1994)
A2.3 Les procédures de navigation sont simples et minimales. (Rocheleau, 2001)
A2.4 Les procédures de navigation sont constantes. (Rocheleau, 2001)
A2.5 Les icônes utilisées sont représentatives des fonctions qu'elles illustrent. (Rocheleau, 2001)
A2.6 Les graphiques et les illustrations sont signifiants et présentent des informations qui servent à soutenir le propos. (Rocheleau, 2001)
A2.7 Les textes à l'écran ne représentent pas plus du quart de la superficie de la page-écran. (Rocheleau, 2001)
A2.8 Les espaces libres de la page-écran représentent au moins le quart de la superficie totale de la page-écran. (Rocheleau, 2001)
A2.9 Le volume du son est contrôlable. (Rocheleau)
A2.10 Les animations sont pertinentes par rapport au contenu. (Rocheleau, 2001)
A2.11 L'information est placée dans des contextes et des situations réalistes. (Fleury, 1994)
A2.12 Les métaphores, les analogies et les exemples du MDI sont plausibles. (Rocheleau, 2000, 2001)
A2.13 Le MDI utilise des métaphores familières à l'élève pour la transmission des contenus d'apprentissage. (Fleury, 1994)
A2.14 Le MDI utilise des métaphores familières à l'élève pour la conception de l'interface. (Fleury, 1994)

etc.

### 2.1.3 *Le contrôle de l'information (Sous section A3)*

Les notions de contrôle de l'information et d'autonomie de fonctionnement de l'élève sont des facteurs particulièrement importants quand on parle de support à l'apprentissage d'un MDI (Giardina, 1992). Rocheleau (2001) y consacre de nombreux critères et nous en avons repris plusieurs. On parle d'autonomie quand l'élève peut aller à son rythme, reprendre des sections, en passer, lorsqu'il peut régler certaine composante du MDI comme le son, la vitesse, la fréquence des évaluations,

Tableau 16

Critères relatifs au contrôle de l'information (A3)

<b>A3. Le contrôle de l'information</b>
A3.1 Il est possible de régler la vitesse des présentations. (Rocheleau, 2001)
A3.2 Il est possible d'interrompre ( <i>pause</i> ) les activités d'apprentissage ou les présentations de contenus. (Rocheleau, 2001)
A3.3 Il est possible de contrôler la fréquence des évaluations. (Rocheleau, 2001)
A3.4 Il est possible d'accéder au menu principal en tout temps. (Rocheleau, 2001)
A3.5 Il est possible de quitter en tout temps les activités et de sortir du MDI. (Rocheleau, 2001)
A3.6 Il est possible de placer des signets en quittant. (Rocheleau, 2001)
A3.7 L'élève peut passer certaines parties du MDI. (Rocheleau, 2001)
A3.8 L'élève peut refaire des parties d'activités quand il le souhaite. (Rocheleau, 2001)
A3.9 L'élève peut changer l'ordre de présentation. (Rocheleau, 2001)
A3.10 L'élève peut décider du moment où il entreprendra une activité d'auto-évaluation de ses apprentissages. (Rocheleau, 2001)
A3.11 L'élève peut refaire toute activité d'auto-évaluation en tout temps. (Rocheleau, 2001)
A3.12 Le volume du son est contrôlable. (Rocheleau, 2001)



les principes de Fleury (1994) et les critères de Rocheleau (2000), certains concepts

Le besoin d'assistance varie dans le temps et selon les élèves et le MDI doit être en mesure de fournir de l'assistance pour tous les besoins (Fleury, 1994). Les procédures d'assistance se divisent en trois groupes: l'assistance fonctionnelle (B1), l'assistance tactique (Fleury, 1995) (B2) et l'assistance pédagogique–didactique (B3). Ces trois types d'assistance séparent en trois parties la section B de la grille.

Pour développer cette section, bien que nous ayons puisé abondamment dans touchés par le programme de formation (Gouvernement du Québec, 2001*b*), les travaux de Trevitt (1995) et l'ouvrage de Tardif (1992), nous ont paru importants afin de compléter ce volet. De plus, d'autres critères proviennent de notre propre point de vue et ne s'appuient sur aucun autre auteur.

### 2.2.1 Assistance fonctionnelle (Sous-section B1)

Cette partie met en évidence les aspects fonctionnels du MDI (Fleury, 1994; Rocheleau, 2001). Les procédures qu'on y retrouve dévoilent à l'élève diverses fonctions du MDI comme, par exemple, les procédures de navigation, l'accession au lexique, les fonctions d'aide d'accès à l'information.

Tableau 17

Critères relatifs à l'assistance fonctionnelle (B1)

<b>B1. Assistance fonctionnelle</b>
B1.1 Des procédures de soutien touchant la sélection de l'information (séquence, saut, sortie, etc.) sont présentes et accessibles en tout temps. (Fleury, 1994; Rocheleau, 2001)
B1.2 Le MDI prévoit l'accès à un lexique en tout temps. (Fleury, 1994)
B1.3 Le MDI prévoit des fonctions d'aide à la navigation aisément accessibles. (Fleury, 1994)
B1.4 Le MDI intègre d'autres types de fonctions d'assistance fonctionnelle. ex. aide-mémoire (Fleury, 1994)



bloc, *les rétroactions*, englobe les rétroactions de divers types. Et, le troisième bloc,

### 2.2.2 Assistance tactique (Sous-section B2)

L'assistance tactique, qui vient de Fleury (1994), regroupe les aspects orientés davantage vers l'apprentissage et les procédures de soutien qui concernent la nature des liens entre les concepts. L'assistance tactique contient les procédures d'aide relatives à l'apprentissage et vient en trois blocs. Le premier, *le plan*: regroupe les procédures relatives au repérage, comme peut le faire un plan de contenu ou des cartes de situations qui permettent à l'élève de se situer dans le MDI. Le deuxième regroupe d'autres stratégies tactiques supportantes pour les apprentissages. Ces mesures peuvent être de différentes natures: des suggestions d'activités complémentaires (Fleury, 1994; Rocheleau, 2001) ou bien l'usage de stratégies audio et/ou visuelles pour orienter l'attention vers les contenus d'apprentissage majeurs.

Tableau 18

Critères relatifs à l'assistance tactique (B2)

<b>B2. Assistance tactique</b>	
<i>Le plan</i>	
B2.1	Il est facile de se repérer dans le MDI. (Rocheleau, 2001)
B2.2	Un plan du MDI est disponible en tout temps ou à partir du menu principal. (Rocheleau, 2001)
B2.3	Le MDI offre des « cartes » illustrant les interrelations entre les contenus d'apprentissage. (Fleury, 1994)
B2.4	Il est possible en tout temps de reconnaître le chemin parcouru et ceux à parcourir. (Rocheleau, 2001)
B2.5	Le MDI fournit une carte de déplacements où l'élève peut voir son cheminement. (Fleury, 1994)
<i>Les rétroactions</i>	
B2.6	Le MDI offre des rétroactions de type encouragement (Fleury, 1994) qui tentent de motiver l'engagement de l'élève (Tardif, 1992).
B2.7	Le MDI offre des rétroactions de type encouragement (Fleury, 1994) qui tentent de motiver l'élève pour sa participation (Tardif, 1992).

1994) une des rétroactions de type encouragement (Fleury, 1994), qui saluent la persistance de l'élève (Tardif, 1992).
B2.9 Le MDI offre des rétroactions d'invitations à explorer d'autres aspects ou d'autres activités. (Beaulieu)
B2.10 Le MDI offre des rétroactions de mise en garde constructive. (Fleury, 1994; Rocheleau, 2001)
B2.11 Le MDI évite d'accorder des rétroactions à des aspects secondaires au contenu d'apprentissage ciblé. (Fleury, 1994)

<i>Autres mesures tactiques</i>
B2.12 Le MDI utilise des stratégies afin d'orienter l'attention de l'élève sur les contenus d'apprentissage majeurs (vidéoinversée, changement de couleur, changement de police de caractères, utilisation de flèches, etc.). (Fleury, 1994)
B2.13 Le MDI utilise ces stratégies (critère précédent) de façon constante dans toutes ses sections. (Rocheleau, 2001)
B2.14 Les éléments de contenu préalables sont clairement identifiés et présentés à l'élève dès le début des activités. (Rocheleau, 2001)
B2.15 Si l'élève ne possède pas les éléments de contenu préalables, des activités de mise à niveau sont disponibles. (Rocheleau, 2001)
B2.16 Le MDI offre des questions pertinentes au cheminement accompli de l'élève, ainsi, l'élève s'assure de la compréhension qu'il a du contenu abordé. (Beaulieu)
B2.17 Des procédures de soutien de type activités complémentaires (aide, glossaire, aide en ligne, etc.) sont présentes et accessibles en tout temps. (Fleury, 1994; Rocheleau, 2001)
B2.18 Le MDI encourage l'élève à faire des lectures complémentaires relatives au contenu d'apprentissage ciblé, s'il y a lieu. (Fleury, 1994)
B2.19 Le MDI suggère à l'occasion des activités encore inexplorées de l'élève. (Beaulieu)
B2.20 Le MDI montre les mêmes contenus d'apprentissage dans différents contextes. (Fleury, 1994)

### 2.2.3 Assistance pédagogique–didactique (Sous-section B3)

Fleury (1994) soulève ce type d'assistance pédagogique et didactique en lui donnant l'appellation d'*assistance de contenu*. Nous n'avons pas retenu ce nom car il nous paraissait peu révélateur. En revanche, il allait de soi, pour nous également, que les types d'assistance ne s'arrêtaient pas aux deux précédents. Nous avons ainsi



ajouté *l'assistance pédagogique–didactique* qui regroupe les procédures plus implicites du MDI qui font en sorte que l'apprentissage est facilité en concordance avec la perspective constructiviste de l'apprentissage. Dans cette partie, nous abordons les grandes lignes qui sont majeures à notre point de vue. Nous sommes toutefois consciente que de nombreux autres critères sur ce sujet pourraient être mis au jour.

L'assistance pédagogique–didactique est l'ensemble des procédures mis en place dans le MDI pour supporter et faciliter l'apprentissage actif de l'élève. Même si ni Fleury (1994) ni Rocheleau, (2001) ne le nomme ainsi, ces deux auteurs formulent plusieurs critères de cette nature. Les critères de cette partie se divisent en deux blocs, le premier, *l'évaluation et l'auto-évaluation*, rassemble les critères qui touchent le domaine de l'évaluation et des moyens qui vérifient les connaissances antérieures de l'apprenant, donc les conceptions qui seraient erronées. Le deuxième bloc, *les autres moyens pédagogiques*, présente les critères qui visent l'analyse des moyens mis en place dans le MDI pour favoriser le questionnement de l'élève, son sens critique, la communication de ses résultats, la collaboration entre pairs, l'atteinte de défis personnalisés, l'intégration des apprentissages et le réinvestissement des savoirs.

Tableau 19

Critères relatifs à l'assistance pédagogique–didactique (B3)

<b><i>B3. Assistance pédagogique–didactique</i></b>
<i>Évaluation et auto-évaluation</i>
B3.1 Le MDI fournit des moyens de pré-évaluation pour que l'élève vérifie ses connaissances préalables face aux apprentissages visés. (Rocheleau, 2001)
B3.2 Le MDI fournit à l'élève des moyens variés d'évaluation des apprentissages visés. (Fleury, 1994; Rocheleau, 2001)
B3.3 Les moyens d'évaluation renseignent l'élève sur ses connaissances et ses compétences. (Rocheleau, 2001)
B3.4 L'élève est informé des résultats des évaluations. (Rocheleau, 2001)
B3.5 L'élève a la possibilité d'auto-évaluer ses propres performances. (Beaulieu)
B3.6 L'élève a la possibilité d'auto-évaluer ses objectifs d'apprentissage personnels. (Beaulieu)



<i>Autres moyens pédagogiques</i>
B3.7 Il est possible pour l'élève de se fixer ses propres défis d'apprentissage et d'en préciser les conditions de réalisation. (Rocheleau, 2001)
B3.8 L'élève est invité à réaliser des défis personnalisés. (Rocheleau, 2001)
B3.9 L'élève est invité à soulever ses propres questions face aux apprentissages visés. (Rocheleau, 2001)
B3.10 Le MDI encourage l'élève à faire sa propre formulation d'hypothèse sur une expérience future. (Fleury, 1994)
B3.11 L'élève est invité à se questionner sur les stratégies qu'il a utilisées lors d'une activité. (Gouvernement du Québec, 2001b)
B3.12 Le MDI soulève des questions qui soutiennent l'élève dans l'approfondissement des contenus d'apprentissage. (Beaulieu)
B3.13 Certains outils permettent à l'élève de réorganiser de façon cohérente le contenu d'apprentissage et ce dans divers contextes (exemple: faire la confection de schémas ou de figure ) (Rocheleau, 2001, Gouvernement du Québec, 2001b)
B3.14 Le MDI offre des activités de type exercices, s'il y a lieu, afin de consolider les contenus d'apprentissage visés. (Trevitt, 1995)
B3.15 Les activités d'apprentissage favorisent la résolution de situation-problèmes. (Rocheleau, 2001)
B3.16 Les activités d'apprentissage favorisent l'étude de cas. (Rocheleau, 2001)
B3.17 Les activités d'apprentissage favorisent l'organisation. (Rocheleau, 2001)
B3.18 Les activités d'apprentissage favorisent la consultation/communication. (Rocheleau, 2001)
B3.19 Les activités d'apprentissage favorisent la production d'information. (Rocheleau, 2001)
B3.20 L'élève est amené à distinguer les différentes formes de connaissances qu'il développe: déclaratives, procédurales ou conditionnelles. (Tardif, 1992)

Nous venons ainsi de mettre à jour les critères à prendre en compte pour juger de l'interactivité d'un MDI. Ces critères, nous l'espérons, permettront de faire ressortir un tableau du potentiel de l'interactivité d'un MDI, principalement des MDI qui visent l'apprentissage de concepts mathématiques au premier cycle du primaire. Ils constituent le *Volet II* de notre grille d'analyse, le *Volet I* étant constitué des différents critères relatifs à la numération qui ont été énoncés plus haut. L'annexe B présente la grille telle que présentée aux expertes.

## CINQUIÈME CHAPITRE

### RÉSULTATS ET INTERPRÉTATION

Dans le présent chapitre, nous aborderons, dans un premier temps, les résultats de notre consultation auprès d'expertes. Soulignons que trois expertes du contenu ont été retenues pour l'évaluation du volet numération de notre grille (*Volet I*), ainsi que trois expertes de l'APO pour l'appréciation du volet interactivité des MDI (*Volet II*). Tout au cours de notre analyse, nous préciserons nos observations et nos décisions relatives aux résultats et aux commentaires obtenus, en les justifiant et en tenant compte des paramètres de décisions explicités au troisième chapitre présentant notre dispositif méthodologique.

Nous exposerons, dans un deuxième temps, les résultats de la mise à l'essai de la grille avec trois MDI en numération destinés aux élèves du premier cycle du primaire. Enfin, dans un troisième temps, nous ferons une synthèse de la mise à l'essai de la grille où nous soulèverons, notamment, quelques aspects de la grille à améliorer afin de faciliter plus particulièrement son interprétation.

#### 1. VALIDATION DE LA GRILLE

##### 1.1. Consultation auprès des expertes

Rappelons que la consultation menée auprès des expertes s'est réalisée à l'aide d'un questionnaire comprenant différentes tâches: appréciation de chacun des critères et réponse à des questions d'ordre général. Les annexes A et B présentent les dossiers qui ont été remis aux expertes des deux domaines. Les expertes ont donné

leur appréciation de chaque énoncé à l'aide d'une fiche d'auto-notation comportant deux échelles de Likert à quatre niveaux (de 1 à 4) qui sont la clarté et la pertinence.

Nous présentons, dans cette section, une synthèse de cette étape qui vise à obtenir un certain degré de validation de la grille, tel que souligné au troisième chapitre. L'analyse des appréciations des expertes a été conduite de manière anonyme afin de ne pas influencer les résultats. Ainsi, nous avons utilisé les lettres A, B et C pour représenter les trois expertes du contenu mathématique et les lettres D, E et F pour identifier les expertes de l'APO.

#### 1.1.1 *Regard des expertes du contenu mathématique sur le volet numération*

Rappelons que l'analyse des appréciations faites par les expertes de contenu porte sur le *Volet I* de la grille, soit sur la numération. Cette analyse met notamment en évidence un fort degré d'accord sur le plan de la clarté des critères de même que sur le plan de leur pertinence.

Les expertes de contenu se sont prononcées sur la clarté et la pertinence pour chacun des critères du *Volet I* de la grille, il y avait soixante-trois (63) critères à évaluer lors de cette étape. Ainsi, sur les 378 appréciations obtenues, concernant les échelles relatives à la clarté et à la pertinence (2 échelles X 63 critères X 3 expertes= 378 appréciations), vingt critères ont été cotés « 1 », soit avec un degré d'accord très faible (« fortement en désaccord »), ou cotés « 2 », soit avec un degré d'accord faible (« en désaccord »). Le tableau 20 présente un résumé des résultats des appréciations des expertes en contenu d'apprentissage.



Tableau 20  
Résultats de l'appréciation des expertes en numération

	CLARTÉ (C)		PERTINENCE (P)		<i>Identification des critères cotés 1-2</i>
	<i>1-2</i>	<i>3-4</i>	<i>1-2</i>	<i>3-4</i>	
L'experte A	3	60	1	62	(C) A9, <u>A12</u> , C2; (P) A5
L'experte B	5	58	9	54	(C) A1, A2, A3, A11, <u>A12</u> ; (P) <u>A12</u> , C9, C10, C11, C12, D2, D16, E6, E7
L'experte C	2	61	0	63	(C) D9, D 10
Total des appréciations	10	179	10	179	

Le tableau 20 montre le fort degré d'accord des expertes quant à la pertinence et à la clarté des énoncés pour la très large majorité d'entre eux. Un seul critère a reçu la cote « 1 » ou « 2 » par deux des expertes ; il s'agit du critère A12, c'est pourquoi il est souligné dans la colonne de droite du tableau. Ainsi, en raison de ce degré de désaccord majoritaire et, en respect de notre méthodologie, ce critère a été retiré de la grille.

En plus d'apprécier les critères de la grille selon leur clarté et leur pertinence à l'aide d'échelles de 1 à 4, les expertes ont également formulé de nombreux commentaires. Ces derniers nous ont permis de clarifier certains critères et de constater qu'un critère ne correspondaient pas au contenu du premier cycle du primaire. Ainsi, pour cette dernière raison, nous avons retiré le critère D16. Précisons que ce critère semblait clair pour les expertes, mais n'était pas approprié pour notre travail puisqu'il ne touche pas aux contenus qui sont abordés au premier cycle du primaire, il renvoie plutôt à des contenus de deuxième et de troisième cycle. Les deux critères retirés sont présentés au tableau 21.

Tableau 21

Les critères éliminés du *Volet I* de la grille d'analyse

---

• <i>Critère éliminé en raison du degré de désaccord majoritaire des expertes</i>	
Critère A12	Les unités de mesure conventionnelles (m, dm, cm) sont aussi utilisées comme matériel concret afin d'enrichir la compréhension du système de numération.
• <i>Critère éliminé parce qu'il ne correspondait pas au niveau du premier cycle du primaire</i>	
Critère D16	L'élève est amené à représenter des nombres sous différentes formes (ex. : chiffres romains, arabes, etc.).

---

À la lumière des commentaires des expertes, certains critères ont été modifiés dans le but de les rendre plus facilement compréhensibles. Des exemples ont été ajoutés et des modifications mineures ont été apportés à certains autres critères, bien que ceux-ci n'aient pas été soumis à nouveau aux expertes. Cette opération gagnerait à être conduite ultérieurement afin d'obtenir leur accord pour ces changements. Le tableau 22 qui suit, illustre de façon détaillée les modifications apportées en montrant, à gauche, les critères soumis et, à droite, les critères modifiés après les commentaires faits par les expertes.

Tableau 22  
Modifications aux critères du *Volet I* de la grille

Critères soumis	Critères modifiés
A2– L’activité fournit à l’élève la possibilité de s’appuyer en tout temps sur des images qui représentent du matériel et qu’il peut déplacer.	A2– L’activité fournit à l’élève la possibilité de s’appuyer en tout temps sur des images qui représentent du matériel et qu’il peut déplacer, <b>grouper et dégroupier.</b>
A11– Les opérations sont rattachées à un contexte qui donne du sens à la tâche. <u>Les procédures de calcul sur des codes ont un sens en ce qui concerne les actions à poser sur du matériel.</u>	A11– Les opérations sont rattachées à un contexte qui donne du sens à la tâche.
B10– L’élève est amené à anticiper la suite des nombres.	B10– L’élève est amené à compléter des suites de nombres, à <b>trouver les nombres qui suivent et ceux précédent.</b>
C1– L’élève est invité à faire des opérations où il <u>doit</u> défaire ou refaire un ou des groupements.	C1– L’élève est invité à faire des opérations qui <b>l’amènent</b> à défaire ou refaire des groupements et des regroupements. (ex. <b>représenter avec du matériel l’opération 42–19 demande de défaire un groupement de dix unités</b> )
C2– L’élève est invité à faire des opérations où il doit coordonner au moins deux groupements à la fois.	C2– L’élève est invité à faire des opérations <b>qui l’amènent</b> à coordonner au moins deux groupements à la fois. (ex. <b>représenter avec du matériel l’opération 102–19 demande de défaire le regroupement de cent et un groupement de dix</b> )
D9– L’élève est amené à trouver le bon nombre à la suite d’une consigne dite oralement.	D9– L’élève est amené à trouver le bon nombre à la suite d’une consigne dite oralement. (ex. <b>consigne orale seulement: « Clique sur la caisse qui contient dix-sept boîtes de conserve. »</b> )



Par ailleurs, les expertes nous ont fortement suggéré d'ajouter quatre critères au *Volet I* de notre grille, ce que nous avons fait. Ces critères sont présentés dans le tableau 23. Les critères C13 et C14 ont été retenus parce que, nous croyons, que notre grille tenait peu compte, en effet, de l'importance de la valeur de position, et ce, même s'il s'agit là d'une caractéristique principale du système de numération. Le critère C12, qui touche le zéro, était précisément une piste d'amélioration qui était amenée au deuxième chapitre, par ailleurs, nous avons omis de l'introduire dans la première version de notre grille. Quant au critère D12, nous avons cru qu'il compléterait la section sur les désignations écrites et orales en soulignant l'importance de faire observer les régularités et les irrégularités dans la suite des nombres dits.

Pour toutes ces raisons, nous jugeons ces nouveaux critères pertinents, nous les avons ainsi ajoutés à la version finale de la grille (annexe E) qui a servi lors de la mise à l'essai. Ces critères n'ont toutefois pas été soumis à nouveau aux expertes. Cette opération gagnerait à être conduite ultérieurement afin d'obtenir leur accord pour ces ajouts.

Tableau 23  
Critères pris en compte et retenus

C14– Le zéro est traité pour désigner parfois la quantité et parfois la position dans un nombre.
C15–L'élève est invité à trouver la valeur des différents chiffres qui composent un nombre selon la position qu'ils occupent.
C16– L'élève est invité à trouver la règle de groupement et de regroupement.
D12– L'élève est amené à observer les régularités dans la nomination des mots–nombres. (ex. 21, ne se dit pas « vingt–un » mais plutôt « vingt et un », même chose pour « trente et un », etc.)

Examinons maintenant les appréciations des expertes de l'APO qui nous ont amené un regard critique des critères du *Volet II* de notre grille sur l'interactivité.

### 1.1.2 *Regard des expertes de l'APO sur le volet interactivité*

Les expertes de l'APO se sont prononcées sur la clarté et la pertinence de chacun des critères du *Volet II* de la grille. Il y avait soixante-dix-huit (78) critères lors de cette étape. L'analyse des appréciations faites par les expertes met en évidence un fort degré d'accord sur le plan de la clarté des critères, de même que sur le plan de leur pertinence.

Chacune des expertes se prononçait sur deux échelles (clarté et pertinence) à propos des 78 critères du volet interactivité (*Volet II*). Sur les 468 appréciations obtenues, les échelles de clarté et de pertinence confondues (2 échelles X 78 critères X 3 expertes= 468 appréciations), 43 étaient cotées « 1 », fortement en désaccord, ou cotées « 2 », en désaccord. Le tableau 24 présente un résumé des résultats des appréciations des expertes de l'APO.

**Tableau 24**  
**Tableau des résultats de l'appréciation**  
**des expertes de l'APO**

	CLARTÉ (C)		PERTINENCE (P)		<i>Identification des critères cotés 1-2</i>
	<i>1-2</i>	<i>3-4</i>	<i>1-2</i>	<i>3-4</i>	
L'experte D	16	62	8	70	(P) <u>A1.4</u> , (C) A2.4, A2.12, A2.13, <u>A2.14</u> , (P) A3.1, <u>A3.3</u> A3.8, A3.9, A3.10, A3.11 (C) <u>B2.9</u> , B2.10, <u>B2.16</u> , B2.19 (C) B3.6, B3.7, B3. 16, B3.17, (C) B3.18, B3.19, <u>B3.20</u> , (P) <u>B3.20</u>
L'experte E	8	70	4	74	(P) <u>A1.3</u> , <u>A1.4</u> (C) <u>A3.3</u> (C) B1.2 B2.3, B2.5, <u>B2.9</u> , <u>B2.16</u> , B2.18, (C) B3.1(P) <u>B3.20</u>
L'experte F	3	75	3	75	(P) A1.2, <u>A1.3</u> , (C) <u>A2.14</u> , (C) A3.5, (C) <u>B2.16</u> , (P) B3.14
Total des appréciations	27	207	15	219	

Le tableau 24 présente le degré d'accord des expertes quant à la pertinence et à la clarté pour la grande majorité des critères. Au total, les expertes étaient « fortement en désaccord » ou « en désaccord » avec la clarté de 27 critères, tandis



que 15 critères ont cette faible évaluation sur le plan de la pertinence. Le tableau 24 indique les critères avec lesquels les expertes de l'APO se montraient en désaccord quant à la clarté et à la pertinence. Les sept critères qui sont soulignés ont reçu de la part des expertes un degré de désaccord majoritaire. Tel qu'établi dans notre méthodologie, ces critères ont été enlevés de la grille sauf le critère A3.3, *Il est possible de contrôler le rythme des évaluations*, qui apparaissait peu pertinent à une experte et peu clair à une autre. Ainsi, nous l'avons clarifié en prenant en considération les commentaires des deux expertes. Comme pour le *Volet I* de la grille, les expertes se sont montrées généreuses dans leurs commentaires et nous avons ainsi pu comprendre leur point de vue et améliorer les critères qui posaient problème. Les modifications qui ont été apportées au *Volet II* sont regroupés au tableau 25 et au tableau 26.

Tableau 25

Les critères éliminés du *Volet II* de la grille d'analyse

• <i>Critères éliminés en raison du degré de désaccord majoritaire des expertes sur le plan de la pertinence</i>	
Critère A1.3	Le MDI fait usage de sous-titres.
Critère A1.4	Le MDI fait usage de résumés de contenu.
Critère B3.20	L'élève est amené à distinguer les différentes formes de connaissances qu'il développe: déclaratives, procédurales ou conditionnelles.
• <i>Critères éliminés en raison du degré de désaccord majoritaire des expertes sur le plan de la clarté</i>	
Critère A2.14	A2.14 Le MDI utilise des métaphores familières à l'élève pour conception de l'interface.
Critère B2.9	Le MDI offre des rétroactions d'invitations à explorer d'autres aspects ou d'autres activités.
Critère B2.16	Le MDI offre des questions pertinentes au cheminement accompli de l'élève, ainsi, l'élève s'assure de la compréhension qu'il a du contenu abordé.

Tableau 26  
Modifications aux critères du *Volet II* de la grille

Critères soumis	Critères modifiés
A2.4 Les procédures de navigation sont constantes. (Rocheleau)	A2.4 Les procédures de navigation sont constantes <b>d'une sections à l'autre du MDI</b> (Rocheleau).
A3.3 Il est possible de contrôler le rythme des évaluations. (Rocheleau)	A3.3 Il est possible <b>pour l'élève</b> de contrôler <b>la fréquence</b> des évaluations. (Rocheleau)
A3.5 Il est possible de quitter en tout temps. (Rocheleau)	A3.5 Il est possible de quitter en tout temps <b>les activités</b> (Rocheleau).
A3.7 L'élève peut passer certaine parties du MDI. (Rocheleau)	A3.7 L'élève peut passer <b>par dessus</b> certaines parties du MDI. (Rocheleau)
B1.2 Le MDI prévoit l'accès à un lexique en tout temps.	B1.2 Le MDI prévoit l'accès à un lexique <b>informatisé</b> en tout temps.
B1.4 Le MDI intègre d'autres type de fonctions d'aide fonctionnelles.	B1.4 Le MDI intègre d'autres type de fonctions d'aide fonctionnelles. <b>Ex. aide mémoire, dictionnaire, bloc-note, etc.</b>
B2.3 Le MDI offre des « cartes » illustrant les interrelations entre les contenus d'apprentissage. (Fleury)	B2.3 Le MDI offre des « cartes »* illustrant les interrelations entre les contenus d'apprentissage <b>qu'il vise</b> . (Fleury) *Des plans informatisés qui permettent de voir graphiquement les liens entre les divers contenus.
B2.4 Il est possible en tout temps de reconnaître le chemin parcouru et celui à parcourir. (Rocheleau)	B2.4 Il est possible en tout temps de reconnaître le chemin parcouru et <b>ceux*</b> à parcourir. (Rocheleau) * <i>Le pluriel est utilisé ici pour inclure les parcours non linéaires que les MDI favorisent généralement.</i>
B2.5 Le MDI fournit une carte de déplacements où l'élève peut voir son cheminement. (Beaulieu)	B2.5 Le MDI fournit une carte <b>informatisée</b> de déplacements où l'élève peut voir son cheminement. (Beaulieu)

Selon les recommandations d'une experte, deux critères ont été déplacés de section parce qu'ils s'intègrent mieux dans un autre thème. Le tableau 27 fait mention de ces critères. Dans la colonne de gauche, nous retrouvons le critère et dans celle de droite sa nouvelle partie et le numéro d'identification auquel il correspond désormais.

Tableau 27  
Critères changés de thème

Critères	Nouvelle section
A2.9 Le volume du son est contrôlable.	Le contrôle de l'information (partie A3) A3.4
A3.4 Il est possible d'accéder au menu principal en tout temps.	L'accessibilité de l'information (partie A2) A2.5

L'annexe E reprend la grille comme elle a été utilisée pour la mise à l'essai avec les MDI. Les critères présentés à l'annexe E intègrent les critères modifiés des tableaux 22, 23, 26 et 27. Les critères éliminés lors de l'étape de validation de la grille (tableaux 21 et 25) ne figurent pas à la grille de l'annexe E.

Cette étape de validation nous a fourni des éléments essentiels à considérer pour une mise au point de notre outil d'analyse. La section qui suit constitue une mise à l'essai de cet outil qui conduit à un portrait de trois MDI qui touchent l'apprentissage de la numération. Cette mise à l'essai sert également à tester l'utilisation de notre grille d'analyse, notamment sur le plan de sa forme, et ainsi à faire ressortir des observations quant à son usage et sa fonctionnalité.

## 2. MISE À L'ESSAI DE LA GRILLE

Nous avons procédé à la mise à l'essai de la grille d'analyse (de l'annexe E) sur trois MDI sélectionnés selon les modalités expliquées au troisième chapitre.



Revoici la liste des MDI analysés. Les lettres entre parenthèses constituent les abréviations des titres du matériel qui est utilisé dans l'annexe F qui présente les résultats numériques des analyses.

1. *Fête et Maths (FetM)*
2. *Français, maths avec Oscar (7-8 ans) (FMO)*
3. *Voyage au fond des maths (5-8 ans) (VFM)*

Rappelons également que pour chacun des énoncés de la grille nous avons utilisé une échelle de Likert à 5 niveaux, de 0 à 4: le 0 signifiant « non, jamais »; le 1, « oui, très rarement »; le 2, « oui, rarement »; le 3, « oui, régulièrement » et le 4 « oui, souvent ».

Examinons les résultats obtenus à cette étape de la mise à l'essai auprès de ces trois MDI. Les résultats numériques sont compilés à l'annexe F. Cette façon de regrouper les réponses permet d'illustrer combien certaines caractéristiques sont partagées ou non d'un MDI à l'autre. Nous discuterons de ce tableau (annexe F) dans la synthèse de la mise à l'essai au point 3. Mais auparavant, regardons les résultats des analyses des essais individuels des trois MDI.

## 2.1 Fête et Maths

### 2.1.1 Présentation du MDI Fête et Maths

*Fête et Maths* est un MDI produit en 1996 par Edmark, dans la collection Maths et Brillant. La métaphore utilisée dans ce matériel est celle de la fête et du cirque. En tout, cinq activités sont offertes. La figure 7 représente la page d'accueil qui constitue aussi le menu principal où l'élève fait son choix parmi les cinq activités. À noter que trois des cinq activités dans ce matériel concernent la numération soit le *Palais du rire*, les *Accroclowns* et les *Anibulles*.

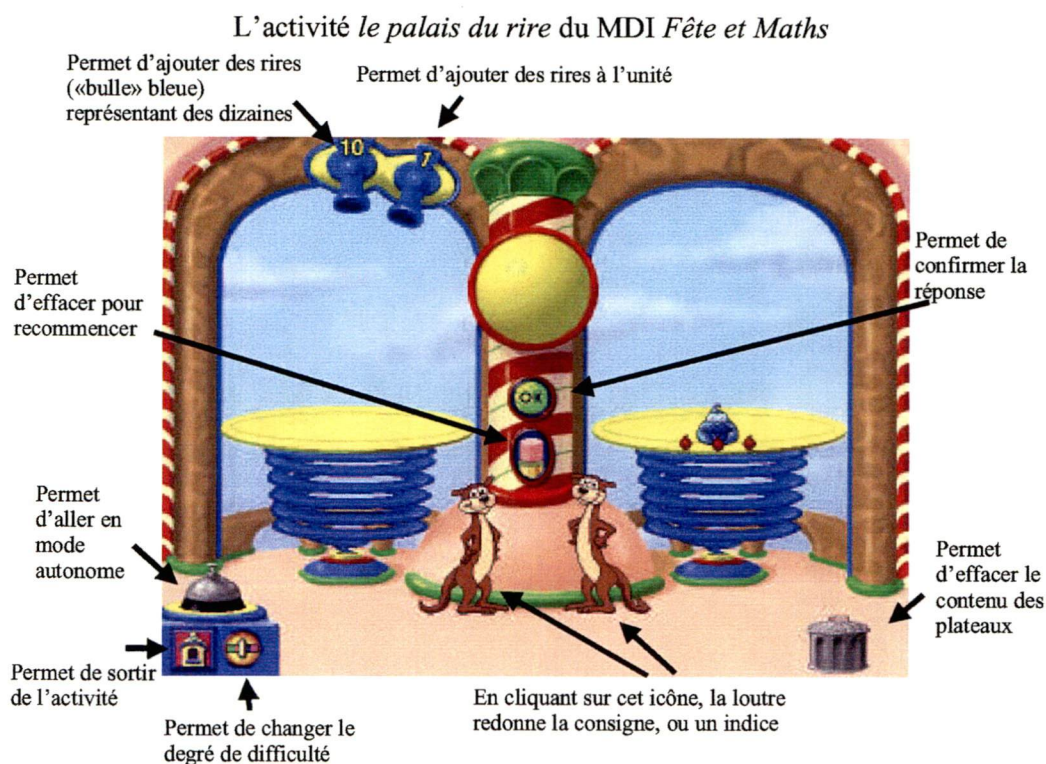
Figure 7

Page d'accueil et menu principal du MDI *Fête et Maths*



*Le Palais du rire* – *Le Palais du rire* est une activité centrée surtout sur la comparaison, plus précisément, sur l'usage des mots de relation « est plus petit que », « est plus grand que » et « est égal à » ainsi que sur l'usage des symboles qui représentent ces relations ( $<$ ,  $>$ ,  $=$ ). Deux personnages accompagnent l'activité, les loutres *Pair* et *Impair* qui ont chacune leur plateau de balance. Les loutres donnent les consignes et, dans le mode autonome, elles quittent le tableau. Cette activité aborde les nombres de 0 à 999, incluant tous les degrés de difficultés. La figure 8 illustre quelques aspects importants de l'activité, on y précise aussi la signification des icônes présents dans cette activité.

Figure 8

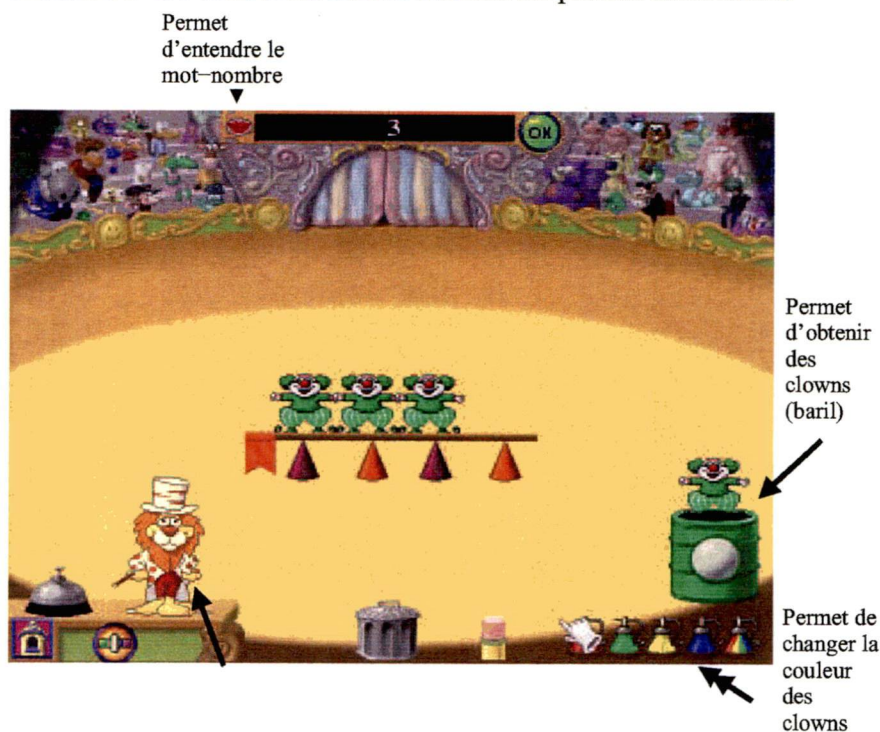




*Les Accroclowns – Les Accroclowns* est une activité où l'élève est invité à former et à comparer des collections de clowns. Le lion est l'animateur de cette activité, il donne les consignes. Dans les premiers degrés de difficultés, l'élève doit constituer une collection à partir d'une consigne qui précise un nombre de clowns. Ce nombre est dit oralement et il est indiqué par écrit en haut de l'écran. La figure 9 en illustre un exemple, on y voit quelques aspects importants de l'activité. La signification des icônes, qui diffère de ceux présentés dans l'activité du *Palais du rire*, est précisée.

Figure 9

Formation d'une collection dont le nombre est précisé directement



Consigne orale: « Met le bon nombre de clowns s'il te plaît. »

Pour tous les degrés de difficultés plus avancés, le nombre de clowns de la ou des collection(s) à constituer est donné sous la forme d'une équation simple. La figure 10 en illustre un exemple.

Figure 10

Formation d'une collection dont le nombre est donné sous forme d'une équation



Consigne orale :

« Voici 19 clowns, retranches-en 12 et mets les dans la cuve s'il te plaît. »

*Les Anibulles* – L'activité *Les Anibulles* est une tâche qui aborde la formation d'une collection avec une introduction à l'écriture positionnelle des nombres. Contrairement à l'activité présentée précédemment, où le nombre de clowns n'est jamais supérieur à vingt, les *Anibulles* abordent les nombres de 0 à 999, tous les degrés de difficultés confondus. Les *Anibulles* sont des musiciens qui jouent des instruments de musique sur une scène divisée en trois sections distinctes. Celui de droite joue de la trompette qui, en plus de produire une note aiguë, produit aussi une petite bulle qui correspond aux unités dans le nombre. Le musicien du centre est un saxophoniste qui « joue » des bulles symbolisant les dizaines. Celui de droite joue avec son cor une note grave qui correspond à la centaine. La figure 11 illustre un tableau de cette activité, on y précise aussi la signification des icônes qui diffèrent de ceux présentés dans les deux activités précédentes. *Bubulle* est le personnage qui donne les consignes et formule des encouragements. En cliquant sur les bons musiciens, l'élève doit inscrire le nombre avec les bulles ou inscrire en chiffres le bon

nombre de bulles déjà présentes. Dans les degrés de difficultés plus avancés, le nombre est donné sous forme d'équation comme le montre la figure 12 plus loin.

Figure 11

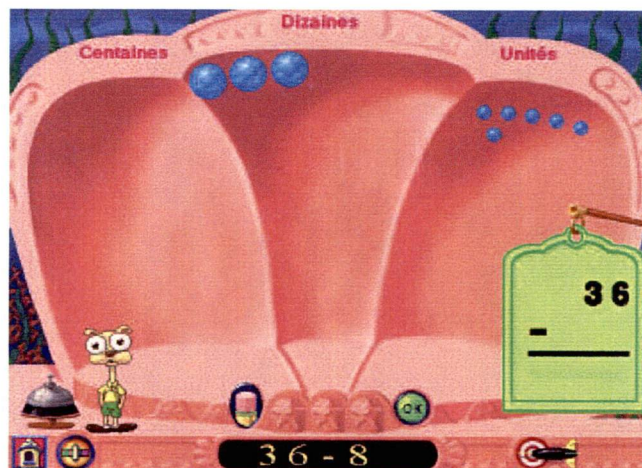
Formation d'une collection dont le nombre est donné directement



Consigne orale: « Lorsque les *Anibulles* font des bulles, indique le nombre correspondant à l'aide de la souris ou du clavier. »

Figure 12

Formation d'une collection dont le nombre est donné sous forme d'une équation



Consigne orale: « Soustrais huit de trente-six. »



Dans ces activités de *Fête et Maths*, plusieurs aspects de la numération sont touchés. L'écriture positionnelle des nombres est abordée et l'élève est invité à faire des opérations sur les nombres. L'élève est confronté à utiliser les règles sous-jacentes au système de numération, à utiliser des symboles numériques dits ou écrits. Tout cela en fait un matériel intéressant pour une mise à l'essai de notre grille d'analyse.

### 2.1.2 Résultats de l'analyse du MDI Fêtes et maths

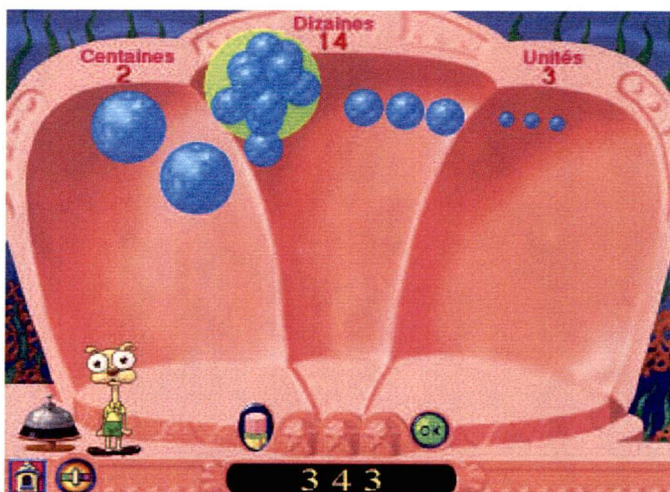
L'annexe F présente les différents résultats numériques que nous avons obtenu en faisant l'analyse du MDI *Fête et Maths*. Nous mettrons en évidence, dans les lignes qui suivent, les points forts et les points faibles qui ressortent de cette analyse, tant sur le plan de la numération que sur le plan de l'interactivité. Ces principales observations sont résumées au tableau 28.

*Volet 1* – Deux des trois activités présentées ci-haut utilisent du matériel de groupement et de regroupement, *les Anibulles* et *le Palais du rire*. Ces matériels, toutefois, ne permettent pas à l'élève de bien voir les groupements, ni la règle de groupement, même si la taille relative des groupements est visible dans les deux activités. Le matériel présent dans l'activité des *Anibulles* permet d'opérer sur les nombres représentés même s'il comporte plusieurs faiblesses. Par exemple, lorsque que l'élève dépose dix unités sur la scène de droite, une méga-bulle se forme instantanément avec les dix unités pour ainsi constituer la dizaine sans l'intervention de l'élève, la même chose se produit avec dix dizaines (voir l'exemple de la figure 13). Par contre, dans la colonne de droite, on ne peut déposer plus de neuf bulles, car l'activité s'arrête à 999. Les grands nombres ne peuvent pas être représentés. Le matériel des rires dans l'activité du *Palais du rire* comporte peu de flexibilité. On ne peut déplacer le matériel et on ne peut défaire ou faire les

groupements ou les regroupements. Le matériel est fantaisiste, il n'a pas de portée réaliste ni familière pour l'élève.

Figure 13

Exemple de la méga –bulle formée automatiquement avec dix éléments en place



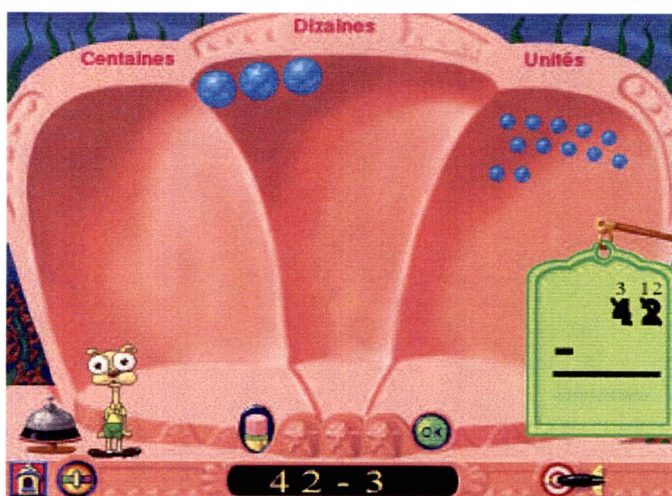
Dans cette activité, l'élève a l'occasion de recourir au comptage et au dénombrement, bien que cette dernière habileté soit rarement sollicitée, car le plus souvent on indique à l'élève au fil du comptage où il est rendu par le symbole numérique correspondant. L'élève n'a donc pas l'occasion de s'organiser pour dénombrer de façon autonome les collections. Dans tout le MDI, aucune activité sur les suites de nombres n'est présentée, ni aucune activité sur les régularités. La distinction entre les termes « chiffre » et « nombre », n'est pas faite, bien qu'ils soient tous les deux utilisés d'une façon juste dans tout le MDI.

En ce qui concerne les opérations sur les nombres, elle sont présentes dans les trois activités que nous avons déjà présentées. Par contre, elles font surtout intervenir le calcul mental, sauf dans *les Anibulles* où l'élève peut s'appuyer sur le matériel présent. Cette dernière activité introduit d'ailleurs, déjà au premier cycle, le

processus conventionnel des opérations, comme l'illustre la figure 14. Dans aucun cas, le processus personnel n'est favorisé. Le zéro représente rarement une quantité, bien qu'occasionnellement il le fasse, et jamais il n'est à la position de gauche dans les nombres. L'activité des *Accroclowns* présente des exercices. Ceux où figurent des opérations sont très encadrés et laissent peu de place au calcul mental. La figure 15 en offre un exemple. L'enfant qui doit « résoudre » une opération, n'a qu'à glisser des clowns sur les planches à roulettes qui effectuent (sur le drapeau) le comptage à mesure que les clowns s'ajoutent.

Figure 14

Activité d'introduction au processus conventionnel des opérations



Consigne orale: « Tu peux échanger une dizaine contre dix unités. Si tu as besoin de plus d'unités, fais glisser une dizaine vers la colonne des unités. »

(et une fois cette action accomplie)

« Je vais changer sur le tableau ce nombre pour te rappeler que tu as échangé une dizaine contre dix unités. »



Figure 15

Exercice qui présente une opération à compléter dans l'activité des *Accroclowns*



Tout au long du MDI, l'écriture chiffrée des nombres est très souvent rattachée à leur forme orale, ils sont rarement mentionnés indépendamment l'un de l'autre. Jamais les nombres ne sont écrits sous leur forme alphabétique. Pas plus qu'aucune activité ne met l'accent sur certaines subtilités de la désignation orale ou écrite des nombres comme, par exemple, les sonorités semblables et la régularité dans la nomination des mots-nombres.

L'élève doit communiquer au moyen du langage écrit (écriture numérique seulement) et par la simulation d'actions seulement, il n'est invité à utiliser aucune autre symbolisation, ni à utiliser le langage parlé. Aucun questionnement n'est soulevé, ni aucune information n'est transmise concernant l'origine des nombres, l'évolution des nombres ou de la technologie pour faire des opérations. Les contextes sociaux présentés ne diffèrent pas, on présente les nombres toujours sous forme de quantité, jamais il ne s'agit de masses, de temps, de grandeurs, de prix, etc.

*Volet II* – Sur la plan de l’interactivité, soulignons que sous l’aspect de l’organisation de l’information les activités sont divisées et gravitent autour d’idées connexes. Le MDI fait usage de titres sans toutefois que ceux-ci soient écrits à l’écran, les titres sont présentés oralement et non visuellement. Les objectifs d’apprentissage des activités ne sont mentionnés d’aucune façon tout au long du MDI.

Aucune consigne de navigation n’est, en outre, présentée au début du MDI pas plus que lors des activités. Par contre, les procédures de navigation sont très simples et constantes tout au long du déroulement des activités. L’élève peut accéder au menu principal en tout temps. Les icônes sont représentatifs des fonctions qu’elles représentent. Les animations et les symboles graphiques sont également signifiants et appuient le contenu.

L’élève peut faire varier l’ordre des activités, les interrompre, les quitter et y revenir quand il le veut, mais il ne peut pas installer de signet avant de quitter une activité. Ce qui fait en sorte qu’il doit recommencer au début de l’activité lorsqu’il y revient, sauf s’il mémorise le degré de difficulté où il était rendu. Ce degré, par contre, même s’il est accessible à l’élève, n’est pas visible à l’écran, car il est en menu caché. De plus, l’élève ne peut pas régler la vitesse ou la fréquence des évaluations ou des auto-évaluations, puisqu’il n’y en a pas.

Aucune procédure de soutien pour la sélection de l’information ou encore de soutien à la navigation ne sont prévues. Une fonction de contrôle du degré de difficulté est disponible en tout temps à l’aide d’un icône. Aucun lexique, aide-mémoire ou dictionnaire ne sont accessibles dans le MDI.

Le repérage dans le MDI se fait à partir du menu principal, aucune assistance n’est prévue à cette fin, pas de plan, de carte de localisation ou d’indication du

chemin parcouru ne sont mis à la disposition de l'élève. Les rétroactions de tout type sont présentes assez uniformément. Un personnage différent est présent à chaque activité et cela en guise d'encouragement à l'engagement de l'élève. Il lui dira par exemple au moment d'entrer dans le jeu: « Préparons un numéro avec les Accroclowns! » ou « Et que le spectacle commence! » Toutefois, les rétroactions qui encouragent à l'engagement sont assez inégales d'une activité à l'autre. Dans une autre activité, le personnage se contentera de dire : « Remplis ce dessin, s'il-te-plaît. » Les rétroactions qui motivent l'élève en cours de route (participation) sont plus uniformes, mais on pourrait douter de leur efficacité à encourager. Par exemple, le personnage répétera la consigne intégralement si la réponse ne vient pas assez rapidement. L'élève en réflexion est, en quelque sorte, considéré par les concepteurs de ce MDI comme un « malentendant »! Pour encourager l'élève à persister (qu'il réussisse ou non), le MDI prévoit des rétroactions seulement pour les réussites; s'il ne réussit pas, l'élève recevra une rétroaction de mise en garde du type : « Je crois qu'il y a trop de bulles! » Les rétroactions qui saluent les réussites sont particulièrement divertissantes, on assiste à des animations visuelles et des effets sonores humoristiques. Chaque activité en a plusieurs différentes à proposer. Pour ce qui est des rétroactions de mise en garde, elles sont peu constructives selon nous. Le personnage dira, par exemple, « Il y a trop de bulles. » ou « Il n'y a pas assez de bulles, allez recommence! », alors qu'en fait l'élève ne peut pas recommencer; l'exercice est coupé pour en proposer un autre du même type. L'effet de cette rétroaction peut s'avérer particulièrement dévastateur pour les apprentissages, car l'élève ne peut pas voir son erreur ni reprendre là où il était rendu. Aucune mention d'éléments de contenu préalable n'est faite ni au cours des activités ni avant celles-ci. Par contre, un autre point positif est que certains contenus d'apprentissage sont montrés dans différents contextes.

Il n'y a pas d'activité d'évaluation ni d'auto-évaluation dans ce MDI. L'élève ne peut se fixer des défis personnalisés. Les activités n'ont pas recours à la résolution



de situation–problèmes, à la production d’information ou à la consultation et à la communication entre pairs ou avec des spécialistes. Le tableau 28 rassemble les idées principales qui ont été exposées dans l’analyse qui précède. Nous enchaînerons ensuite avec les analyses d’un autre matériel.

Tableau 28

Principales observations qui ressortent de l’analyse du MDI *Fête et Maths*

<b>VOLET I: LA NUMÉRATION</b>	<b>Principales observations</b>
<b>Section A:</b> Matériel de groupement et de regroupement	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Deux activités utilisent du matériel de groupement et de regroupement.</li> <li>• Le matériel de groupement et de regroupement utilisé dans les deux activités ne permet pas à l’élève de bien voir les groupements, ni la règle de groupement.</li> <li>• Il laisse toutefois voir la taille relative des groupements.</li> <li>• L’un des deux matériels permet d’opérer sur les nombres même s’il comporte des faiblesses en ce sens.</li> </ul>
<b>Section B:</b> Nombres et numération	<ul style="list-style-type: none"> <li>• L’élève a l’occasion à recourir au comptage et au dénombrement (rarement).</li> <li>• Aucune activité sur les suites des nombres n’est présentée, ni sur les régularités.</li> <li>• Aucune distinction n’est faite entre les termes « chiffres » et nombres ».</li> </ul>
<b>Section C:</b> Numération et opérations	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Certaines activités proposent des opérations sur les nombres.</li> <li>• Elles font surtout intervenir le calcul mental.</li> <li>• Une activité introduit le processus conventionnel des opérations.</li> <li>• Le processus personnel n’est pas favorisé.</li> <li>• Le zéro représente rarement des quantités et il n’est jamais à la position de gauche dans les nombres.</li> </ul>

<b>Section D:</b> Désignations orales et écrites	<ul style="list-style-type: none"> <li>• L'écriture chiffrée des nombres est très souvent rattachée à leur forme orale.</li> <li>• Aucun nombre n'est écrit sous sa forme alphabétique.</li> <li>• Aucune activité ne met l'accent sur certaines subtilités de la désignation orale ou écrite des nombres.</li> </ul>
<b>Section E:</b> Culture, société et numération	<ul style="list-style-type: none"> <li>• L'élève communique au moyen du langage écrit (écriture numérique seulement) et par la simulation d'actions.</li> <li>• Aucun questionnement n'est soulevé ni aucune information n'est transmises concernant l'origine des nombres, l'évolution des nombres ou de la technologie pour faire des opérations.</li> <li>• Les contextes sociaux présentés ne diffèrent pas.</li> </ul>

<b>VOLET II:</b> <b>L'INTERACTIVITÉ</b>	
<b>Section A:</b> <b>LA STRUCTURATION DU</b> <b>CONTENU</b>	
A1. L'organisation de l'information	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Les activités sont divisées et gravitent autour d'idées connexes.</li> <li>• Le MDI fait usage de titres sans toutefois les écrire, ils sont dits seulement.</li> <li>• Les habiletés visées ne sont jamais mentionnées en tant que tel pour l'élève.</li> </ul>
A2. L'accessibilité de l'information	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Les consignes de navigation ne sont pas présentées au début de l'activité.</li> <li>• Les procédures de navigation sont toutefois simples et l'élève peut accéder au menu principal en tout temps.</li> <li>• Les icônes sont représentatifs des fonctions qu'ils représentent.</li> </ul>
A3. Le contrôle de l'information	<ul style="list-style-type: none"> <li>• En l'absence d'activités d'évaluations et d'auto-évaluation, l'élève ne peut pas en régler la vitesse ou la fréquence.</li> <li>• Il peut varier l'ordre des activités, interrompre, quitter et revenir quand il le veut.</li> <li>• Il ne peut pas installer le signet avant de quitter.</li> </ul>

<b>Section B:</b> L'ASSISTANCE À L'ÉLÈVE	
B1. L'assistance fonctionnelle	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aucune procédure de soutien pour la sélection de l'information ou de soutien à la navigation n'est prévue.</li> <li>• Aucun lexique, aide-mémoire ou dictionnaire, etc. ne sont disponibles.</li> </ul>
B2. L'assistance tactique	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Le repérage dans le MDI se fait à partir du menu principal, aucune assistance n'est prévue à cette fin: pas de plan, de carte de localisation, d'indication du chemin parcouru, etc.</li> <li>• Les rétroactions de tout type sont présentes assez uniformément.</li> <li>• Aucune mention d'éléments de contenu préalable n'est faite.</li> <li>• Certains contenus d'apprentissage sont montrés dans différents contextes.</li> </ul>
B3. Assistance pédagogique- didactique	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Il n'y pas d'activités d'évaluation ou d'auto-évaluation.</li> <li>• L'élève ne peut se fixer des défis personnalisés.</li> <li>• Les activités n'ont pas recours à la résolution de situation-problèmes, à la production d'information, à la consultation/communication.</li> </ul>

## 2.2 *Français, maths avec Oscar (6-7 ans)*

### 2.2.1 *Présentation du MDI Français, maths avec Oscar*

*Français, maths avec Oscar* est un matériel produit en 1997 par TLC Edusoft. Oscar est un magicien à la longue barbe qui semble issu d'une autre époque. La métaphore présentée dans ce MDI en est une de mystère où se côtoient sorcières et superstitions. Oscar est à la fois un savant et un magicien et il accompagne l'élève tout au long des activités. Mais, avant tout, il nous accueille en disant « Ma maison recèle des merveilles! Clique avec ta souris pour les découvrir ». La figure 16 illustre la page d'accueil et le menu principal où l'élève peut faire des choix d'activités et



activer de courtes animations. À la la figure 16, seuls les choix d'activités sont mentionnés.

Figure 16

Page d'accueil et menu principal de *Français, maths avec Oscar*

Le livre va vers l'*Entraînement*



L'élève a le choix entre trois types d'activités: l'*Entraînement*, la *Performance* ou la *Géographie*. Nous décrirons les deux premières seulement puisque ce sont elles qui abordent des concepts mathématiques. Si l'élève veut l'*Entraînement*, il doit choisir d'ouvrir le livre et des leçons lui sont proposées; celles-ci sont disposées en chapitres et en thèmes. La figure 17 illustre cette étape. Auparavant, l'enfant doit faire le choix de la discipline qu'il désire comme le montre la figure 18.

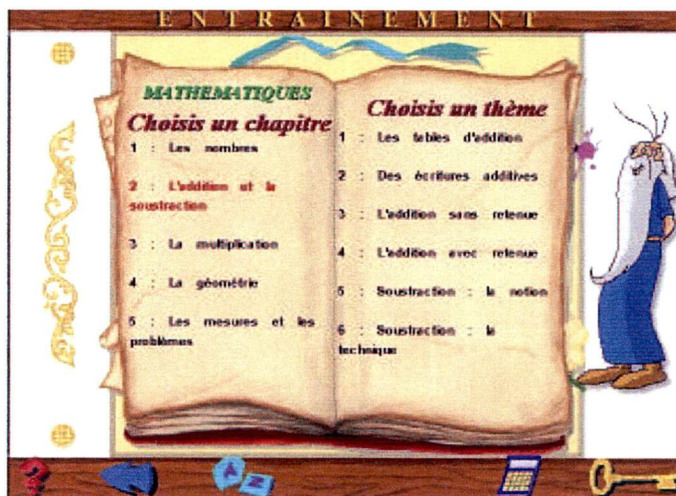
Figure 17

Exemple du choix de la discipline, symbolisée chacune par un livre



Figure 18

Exemple du choix des chapitres et des thèmes



Une fois « dans le livre », et une fois le thème déterminé, l'élève peut choisir d'écouter la leçon qui est lue et animée, la lire lui-même simplement ou aller vers

des exercices qui portent sur le thème choisi en utilisant l'icône de la scie qui l'amène vers les exercices du mode *Entraînement*.

Figure 19

Exemple d'une leçon sur les nombres de 0 à 69

**ENTRAÎNEMENT**

**Les nombres de 0 à 69**

0 zéro	1 un	2 deux	3 trois	4 quatre	5 cinq	6 six
7 sept	8 huit	9 neuf	10 dix			

11 onze	12 douze	13 treize	14 quatorze	15 quinze	16 seize
---------	----------	-----------	-------------	-----------	----------

dizaine	unité	écriture
1	7	dix-sept
1	8	dix-huit
1	9	dix-neuf
2	0	vingt
2	1	vingt et un
3	0	trente
3	7	trente-sept
4	6	quarante-six
5	8	cinquante-huit
6	9	soixante-neuf





Figure 20

Exemple d'une activité proposée en mode *Entraînement* suite à la leçon illustrée à la figure précédente

**ENTRAÎNEMENT**

Relie chaque collection au bon nombre.



○○○○○

○○○○○○○○○○

○○○○○○○○


○○○○○○

10

9

7

5





Dans les activités du mode *Entraînement*, l'élève aura droit à des exercices sur le thème présenté qui incluent des rétroactions à chaque réponse obtenue. Le chat sur l'échelle de gauche (voir figure 20) monte d'un ou de plusieurs barreaux à chaque bonne réponse. Quand il a atteint le sommet, l'*Entraînement* à cette leçon précise est terminé. Notons, toutefois, que si l'élève souhaite revenir faire ce même entraînement, il peut y revenir quand il le souhaite et il ne referra pas exactement les mêmes exercices; d'autres activités qui diffèrent légèrement seront alors introduites.

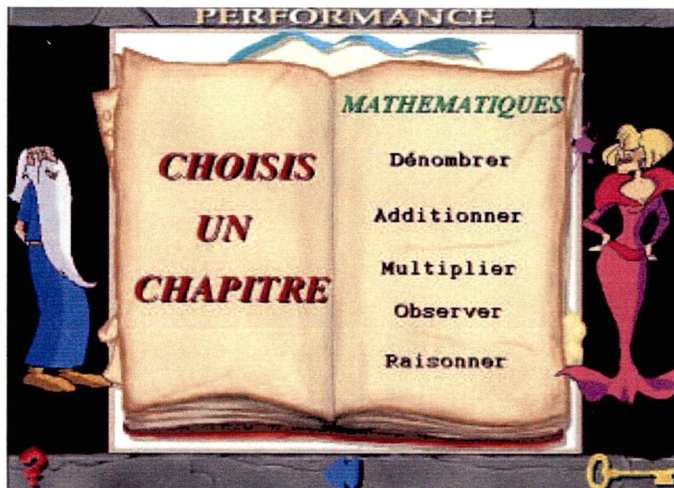
L'autre activité où l'élève peut s'engager est la partie *Performance*. L'élève doit alors répondre à des questions sous le thème qu'il aura préalablement choisi. S'il donne la bonne réponse, il obtient un point en faveur d'Oscar et, s'il donne la mauvaise réponse, le point va à la sorcière malicieuse qu'on voit à la droite de l'écran (voir figure 21). Quand un des deux pointages atteint 10, le tableau disparaît et on revient à la page de sélection du thème. Étant donné l'approche par pointage de cette activité, on peut y voir une certaine forme d'évaluation, bien que l'élève n'y reçoive qu'une correction quantitative et que ces points ne soient comptabilisés d'aucune façon.

Les figures 21 et 22 montrent des exemples de la partie *Performance* et l'endroit où on revient après avoir complété une manche. Cette activité est basée sur le principe d'un jeu questionnaire, il est important de mentionner qu'il n'y a aucune conséquence à gagner le jeu ou à le perdre, la compétition sur ce plan n'est pas favorisée.

Figure 21  
Exemple illustrant l'activité de *Performance*



Figure 22  
Endroit où on revient quand on termine une manche de *Performance*



Mentionnons, comme particularités de ce MDI, que les exercices présentés dans ce matériel sont assez livresques; l'animation est peu mise à contribution, sauf en périphérie de l'exercice lui-même (divertissement, rétroactions) et au moment où

les consignes sonores sont données. Autre point intéressant à soulever, l'élève doit souvent utiliser le clavier pour répondre, ce qu'on voit peu dans les MDI destinés aux jeunes enfants.

Les deux types d'activités, dont nous venons de brosser un bref aperçu, touchent des aspects de la numération. On aborde les suites de nombres, les opérations, le calcul mental, les nombres sont dits, lus et écrits en chiffres et en lettres. Dans la partie suivante, la présentation des résultats d'analyse, nous aurons l'occasion d'approfondir, entre autres, les contenus d'apprentissage en numération qui sont abordés dans le MDI *Français, maths avec Oscar* et l'aspect interactif de ce matériel.

### 2.2.2 Résultats de l'analyse du MDI *Français, maths avec Oscar*

L'annexe F présente les différents résultats numériques que nous avons obtenus dans l'analyse du MDI *Français, maths avec Oscar*. Nous mettrons plutôt en évidence dans les lignes qui suivent les points forts et des points faibles qui ressortent de cette analyse sur le plan de la numération et sur le plan de l'interactivité. Ces principales observations seront résumées après au tableau 29

*Volet I* – Aucune des activités du MDI *Français, maths avec Oscar* ne présente de matériel de groupement et de regroupement. Les éléments visuels, qui tiennent lieu de matériel, sont toujours fixes et ne rendent visibles ni les groupements, ni la règle de groupement. Aucun matériel dans ce MDI ne permet à l'élève d'accompagner ses actions relatives aux opérations, au codage ou au décodage. Les opérations ne sont ainsi jamais rattachées à un contexte qui donne du sens à la tâche en termes d'actions sur du matériel.



Certaines activités présentent à l'élève des suites de nombres à compléter de façon croissante et décroissante. D'autres invitent aussi l'élève à observer et à trouver des régularités dans des suites de nombres. De même que l'élève pourra, à l'occasion, comparer les nombres et les ordonner. Quand l'élève doit avoir recours au comptage, le matériel virtuel est fixe et généralement très petit, il ne favorise pas l'organisation de l'élève afin de faire aisément le dénombrement des collections. La figure 23 donne un exemple de cette faiblesse.

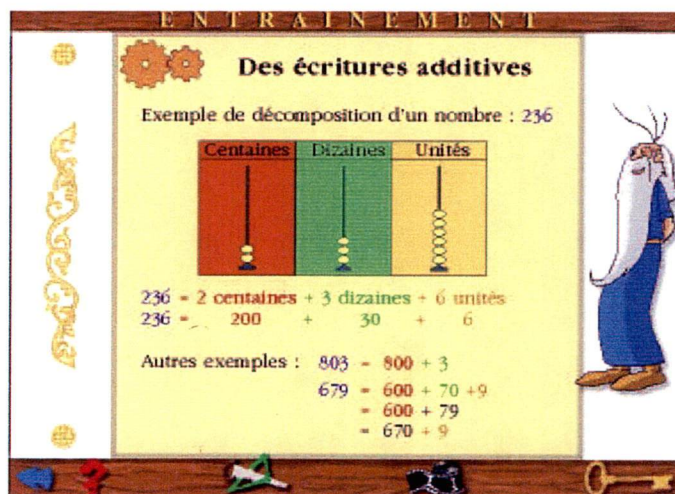
Figure 23

Exemple de la fixité du matériel et de la petite taille des éléments présentés



Certaines activités de décomposition des nombres sont aussi présentées; ces activités sont inscrites sous le thème *Des écritures additives*. La figure 24 illustre un extrait de leçon de ce thème.

Figure 24  
Extrait du thème *Des écritures additives*



Pour terminer avec la Section B *Nombres et numération* de la grille, aucune activité de ce matériel n'amène l'élève à faire la distinction entre les termes « chiffre » et « nombre », mais les concepteurs en font toutefois un usage approprié en tout temps.

L'élève est invité à faire des opérations sur les nombres, mais à aucun moment il n'a à poser des actions sur du matériel de groupement, actions reliées aux opérations effectuées. Le calcul mental est régulièrement sollicité dans ce matériel. Les processus conventionnels de calcul écrit sont souvent privilégiés. Enfin, le zéro n'est jamais introduit à gauche dans le nombre et il est très rarement utilisé pour désigner une quantité.

Au moment de la présentation des leçons dans le mode *Entraînement*, la forme orale des nombres est rattachée à leur forme écrite. Toutefois, dès qu'il s'agit d'une activité où l'élève doit donner une réponse, il n'y a que la consigne qui est dite; les nombres ne sont pas oralisés. Aucune activité ne met l'accent sur certaines subtilités de la désignation orale ou écrite de certains nombres comme soixante-dix ,

quatre-vingt-dix, vingt-et-un, trente-et-un. On les dit même « nombre quelconque », comme si la régularité régnait. Les figures 25 et 26 montrent à ce sujet des exemples où on rate une occasion de souligner ces particularités de l'écriture et de la prononciation des nombres.

Figure 25

Exemple d'une occasion ratée de faire valoir la désignation orale particulière des nombres 70 à 90

**ENTRAÎNEMENT**

**Les nombres de 70 à 1000**

Ecriture d'un nombre de dizaines

7 dizaines = 70 = soixante-dix  
 8 dizaines = 80 = quatre-vingts  
 9 dizaines = 90 = quatre-vingt-dix  
 10 dizaines = 1 centaine = 100 = cent

Ecriture d'un nombre quelconque

76 : soixante-seize  
 84 : quatre-vingt-quatre  
 392 : trois cent quatre-vingt-douze  
 400 : quatre cents  
 800 : huit cents  
 999 : neuf cent quatre-vingt-dix-neuf  
 1000 : mille




Figure 26

Exemple d'une occasion ratée de faire valoir la désignation orale particulière des nombres 21 (vingt-et-un) et 31 (trente-et-un)


**ENTRAÎNEMENT**

**Les nombres de 0 à 69**

0 zéro	1 un	2 deux	3 trois	4 quatre	5 cinq	6 six
7 sept	8 huit	9 neuf	10 dix			

11 onze	12 douze	13 treize	14 quatorze	15 quinze	16 seize
---------	----------	-----------	-------------	-----------	----------

dizaine	unité	écriture
1	7	dix-sept
1	8	dix-huit
1	9	dix-neuf
2	0	vingt
2	1	vingt et un
3	0	trente
3	7	trente-sept
4	6	quarante-six
5	8	cinquante-huit
6	9	soixante-neuf

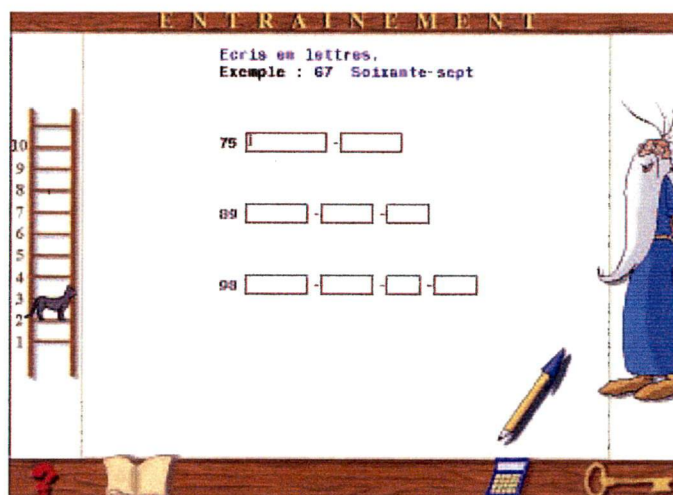




On retrouve très souvent dans ce matériel des activités où les nombres sont écrits sous leurs formes numérique et alphabétique. L'élève est souvent invité à les comparer lors de l'introduction des leçons ou à les écrire lui-même à l'aide du clavier. La figure 27 en montre un exemple.

Figure 27

Exemple d'activité où l'élève doit écrire des nombres en lettres



L'élève communique au moyen du langage écrit seulement (écriture numérique et alphabétique), il n'est jamais invité à utiliser le langage parlé lors d'activités où il aurait à intervenir avec ses pairs par exemple. Il n'a pas non plus à exécuter d'autres actions, sauf celle de relier avec la souris les réponses de deux colonnes. Notons en passant que cette action de « relier » est difficile à exécuter, car il faut s'y prendre à plusieurs reprises avant que cela ne fonctionne. Aucun questionnement n'est soulevé ni aucune information n'est transmise concernant l'origine des nombres, l'évolution des nombres ou de la technologie pour faire des opérations. Les contextes sociaux présentés diffèrent très peu les uns des autres. Bien que l'on présente occasionnellement des montants en argent et des grandeurs, les

exercices sont très peu contextualisés; les figures que nous avons répertoriées précédemment en témoignent.

*Volet II* – Le MDI ne présente pas de plan général de contenu. Le menu principal se situe à la page d'accueil et c'est à cet endroit que l'élève peut faire un choix d'activités. Les activités sont toutefois divisées en chapitres et en thèmes et ces derniers gravitent autour d'idées connexes. Leur disposition a toutefois plus de sens pour l'adulte qu'elle n'en a pour l'enfant. Les activités ont généralement des titres (contenu) qui sont dits et écrits avant le début de l'activité. Aucun objectif d'apprentissage n'est précisé avant les activités, ni en cours de route. La figure 18 présentée plus haut montre un exemple de la subdivision par chapitres et par thèmes des activités *Entraînement* et *Performance*

Les consignes et les procédures de navigation sont précisées au moment de l'introduction dans le MDI, elles sont claires et simples d'utilisation et constantes tout au long des activités. Les icônes sont représentatifs des fonctions qu'ils représentent. Il est possible d'accéder au menu principal en tout temps en sélectionnant la clef en bas à droite de l'écran.

Compte tenu de l'aspect pointage du mode *Performance*, l'élève pourrait y voir une façon de s'évaluer même si cela n'est pas présenté comme tel par les concepteurs du matériel. Ainsi, l'élève peut contrôler la fréquence des évaluations puisqu'il a accès à ce mode quand il le souhaite. D'aucune façon il est possible pour l'élève de régler la vitesse des présentations ni l'environnement sonore, certaines activités prévoient d'ailleurs un temps limité de réponse. L'élève ne peut pas, de plus, placer de signets quand il quitte l'activité; il doit ainsi reprendre depuis le début quand il y revient. Il peut toutefois revenir quand il le souhaite et s'il revient, il doit refaire des parties d'activités sans contrôle sur le degré de difficulté présenté.

Quelques procédures de soutien pour la sélection de l'information ou de soutien à la navigation sont prévues, le personnage les mentionne en cours de route. Un dictionnaire est disponible en tout temps dans les activités de *l'Entraînement* dans discipline du français. Notons à ce sujet que le mode *Entraînement* est en quelque sorte une fonction d'aide en soi. L'élève peut y obtenir du support à la compréhension des notions dont il aura besoin dans la réalisation des activités. L'élève peut aussi y revenir à son aise pour reprendre une explication. Une calculette est prévue, mais elle ne fonctionne pas.

Aucune assistance à la localisation n'est prévue: pas de plan, de carte de localisation, ou d'indication du chemin parcouru ou à parcourir. Étant donné le peu de dispositif de repérage, il n'est pas facile de se situer dans le MDI. La décontextualisation des activités n'aide certes pas non plus au repérage. Pour ce qui est des rétroactions, seules des rétroactions de type encouragement lors d'une réussite sont présentes. On assiste à des rétroactions verbales dites par *Oscar* comme « Fantastique! » ou « Bien joué! ». Les rétroactions de mise en garde lors d'erreur sont peu constructives, par exemple, on entend : « Allez, on recommence! », et, après une deuxième tentative échouée, « Les fautes n'ont pas toutes disparues, regarde toi-même! (et il y a un soulignement des erreurs) » et, enfin, si l'enfant ne réussit pas la troisième fois, *Oscar* dit : « Il y a encore des fautes! » (et sans laisser le temps de corriger, il passe à une autre question). Comme autre mesure d'assistance tactique, les éléments de contenu préalables aux activités sont explicitement développés dans les différentes leçons du mode *Entraînement*.

Il n'y pas, à proprement parler, d'activités d'auto-évaluation dans ce matériel. Il n'y a pas d'activité d'évaluation non plus, mais, nous le disions auparavant, le mode *Performance* pourrait être considéré comme tel par l'élève en raison du système de pointage. L'élève ne peut pas non plus se fixer des défis personnalisés. Les activités n'ont jamais recours à la résolution de situation-problèmes, à la



production d'informations, ou à la consultation et à la communication entre pairs ou avec des spécialistes.

En terminant, voici le tableau 29 qui résume les points forts et les points faibles du MDI *Français, maths avec Oscar*. Nous poursuivrons ensuite avec la présentation du troisième MDI.

Tableau 29  
Principales observations qui ressortent de l'analyse  
du MDI *Français, maths avec Oscar*

VOLET I: LA NUMÉRATION	Principales observations
Section A: Matériel de groupement et de regroupement	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aucun des matériels présentés ne rend possible le groupement ou de dégroupement d'éléments.</li> <li>• Les éléments du matériel ne se déplacent pas, ni ne laissent voir la règle de groupement.</li> <li>• Les opérations sur les groupements ne sont jamais possibles.</li> </ul>
Section B: Nombres et numération	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Occasionnellement, des suites de nombres sont à compléter de façon croissante et décroissante, l'élève est aussi invité à observer et trouver des régularités dans des suites de nombres.</li> <li>• L'élève peut comparer les nombres et les ordonner à l'occasion.</li> <li>• À l'occasion aussi, l'élève peut décomposer des nombres.</li> </ul>
Section C: Numération et opérations	<ul style="list-style-type: none"> <li>• L'élève est invité à faire des opérations sur les nombres, mais à aucun moment il ne pose d'actions sur du matériel de groupement.</li> <li>• Le calcul mental et le processus conventionnel de calcul écrit sont privilégiés.</li> <li>• Le zéro n'est jamais introduit à gauche dans le nombre.</li> </ul>

<b>Section D:</b> Désignations orales et écrites	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Parfois, la forme orale des nombres est rattachée à sa forme écrite.</li> <li>• Souvent, la lecture et l'écriture des nombres sous leurs formes alphabétique et numérique sont proposées. L'élève est souvent invité à les comparer.</li> <li>• Aucune activité ne met l'accent sur certaines subtilités de la désignation orale ou écrite des nombres.</li> </ul>
<b>Section E:</b> Culture, société et numération	<ul style="list-style-type: none"> <li>• L'élève communique au moyen du langage écrit (écriture numérique et alphabétique).</li> <li>• Aucun questionnement n'est soulevé ni aucune information n'est transmise concernant l'origine des nombres, l'évolution des nombres ou de la technologie pour faire des opérations.</li> <li>• Les contextes sociaux présentés diffèrent très peu, les exercices sont très peu contextualisés. On présente occasionnellement des montants en argent et des grandeurs.</li> </ul>

<b>VOLET II:</b> <b>L'INTERACTIVITÉ</b>	
<b>Section A:</b> LA STRUCTURATION DU CONTENU	
A1. L'organisation de l'information	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Il n'y a pas de plan général de contenu. Les activités sont toutefois divisées en chapitres et en thèmes qui gravitent autour d'idées connexes.</li> <li>• Les activités ont généralement des titres (contenu) qui sont dits et écrits avant le début de l'activité.</li> <li>• Aucun objectif d'apprentissage n'est précisé.</li> </ul>
A2. L'accessibilité de l'information	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Les consignes et les procédures de navigation sont précisées, elles sont claires et simples d'utilisation.</li> <li>• Les icônes sont représentatifs des fonctions qu'ils représentent.</li> <li>• Il est possible d'accéder au menu principal en tout temps.</li> </ul>

<p>A3. Le contrôle de l'information</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• L'élève peut aller dans le mode <i>Performance</i> quand il le souhaite.</li> <li>• Il ne peut pas régler la vitesse des présentations ni régler les sons. Il ne peut pas non plus placer de signets.</li> <li>• Il peut refaire des parties d'activités quand il le souhaite, sans contrôle sur le degré de difficulté toutefois.</li> </ul>
<p><b>Section B:</b> <b>L'ASSISTANCE À</b> <b>L'ÉLÈVE</b></p>	
<p>B1. L'assistance fonctionnelle</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Quelques procédures de soutien pour la sélection de l'information ou de soutien à la navigation sont prévues.</li> <li>• Le mode <i>Entraînement</i> est en quelque sorte une fonction d'aide en soi.</li> <li>• Aucun lexique, aide-mémoire ou dictionnaire, etc. ne sont disponibles. Une calculette est prévue, mais elle ne fonctionne pas.</li> </ul>
<p>B2. L'assistance tactique</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aucune assistance à la localisation n'est prévue: pas de plan, de carte de localisation, d'indication du chemin parcouru, etc.</li> <li>• Vu le peu de dispositif de repérage, il n'est pas facile de se retrouver dans le MDI.</li> <li>• Seules des rétroactions de type encouragement au moment d'une réussite sont formulées.</li> <li>• Le mode <i>Entraînement</i> montre explicitement les éléments de contenu préalables aux activités.</li> </ul>
<p>B3. Assistance pédagogique- didactique</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Il n'y pas d'activités d'auto-évaluation.</li> <li>• A proprement dit, il n'y a pas d'activité d'évaluation non plus, mais le mode <i>Performance</i> peut être considéré comme tel par l'élève.</li> <li>• L'élève ne peut se fixer de défis personnalisés.</li> <li>• Les activités n'ont pas recours à la résolution de situation-problèmes, à la production d'information, ni à la consultation/communication.</li> </ul>



## 2.3 Voyage au fond des maths (5–8 ans)

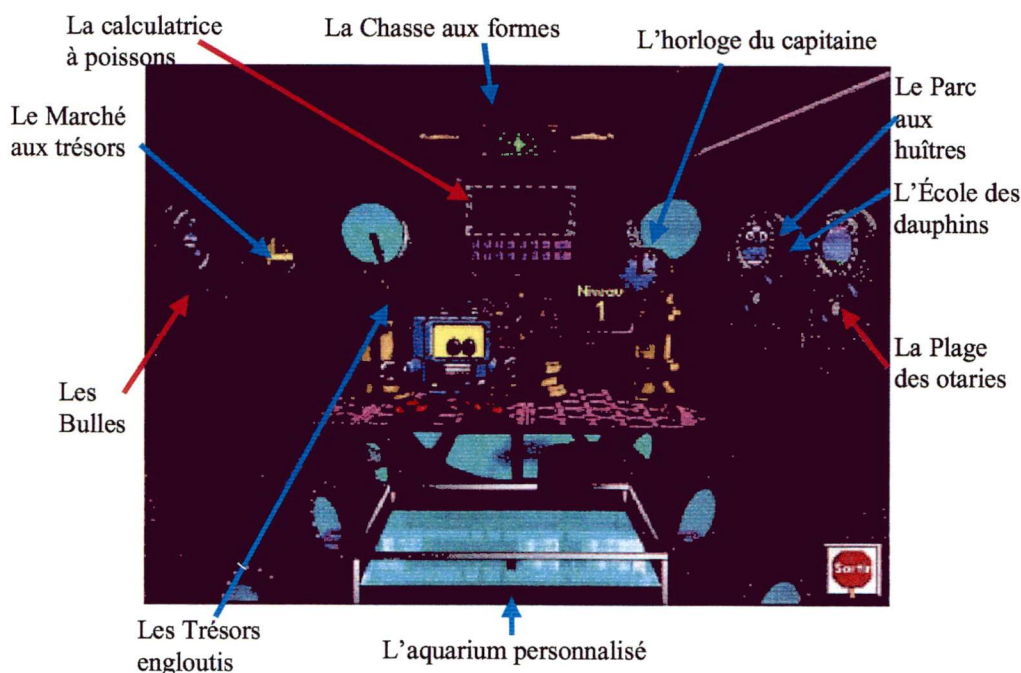
### 2.3.1 Présentation du MDI Voyage au fond des maths

*Voyage au fond des maths* est produit en 1995 par Magic Quest et Sanctuary Woods multimédia. La métaphore d'action de ce matériel est celle de la mer et des animaux marins. *Bibot*, le robot, invite les participants à visiter son sous-marin afin d'y découvrir une dizaine d'activités. Le but du jeu est de gagner des poissons qui seront déposés dans un aquarium personnalisé au nom du participant.

La page d'accueil représente le sous-marin de *Bibot* où l'on retrouve différents sons et différentes animations. *Bibot* invite le participant à cliquer « sur tout ce que tu vois » afin d'accéder aux activités ou à la visite de son propre aquarium. La figure 28 présente le pont qui est, en fait, le menu principal.

Figure 28

Le menu principal ou le pont où Bibot accueille les participants



Trois activités sur dix de ce MDI concernent plus directement l'apprentissage de la numération. Nous présentons ces trois activités dans les lignes qui suivent à tour de rôle. Il s'agit de l'activité des *Bulles*, celle de la *Plage des otaries* et celle de la *Calculatrice à poissons*.

Les Bulles – Le but du jeu des *Bulles* est d'aider *Bibot* à remonter dans son sous-marin. Des questions de dénombrement (degré 1) et des opérations (degrés 2, 3, 4) sont écrites au bas de l'écran. Si on donne une réponse juste, le robot, qui est au fond de l'eau, remonte de deux crans vers le sous-marin, si on donne une mauvaise réponse, celui-ci descend d'un cran vers le fond l'eau. Le jeu se termine quand le robot est de retour dans le sous-marin ou quand l'élève le décide, car il peut quitter l'activité en tout temps. Les exemples des figures 29 et 30 illustrent quel type de tâches sont à accomplir dans cette activité.

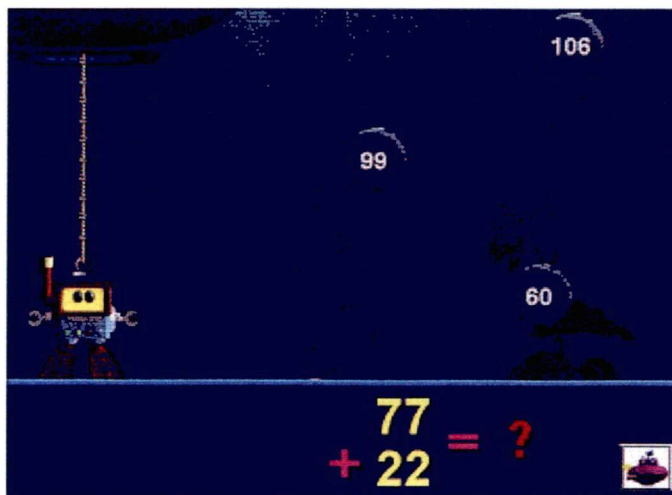
Figure 29

Exemple d'une tâche de dénombrement dans l'activité des *Bulles*



Figure 30

Exemple d'une opération à résoudre dans l'activité *des Bulles*





La Plage des otaries – Dans l'activité de la *Plage des otaries*, il faut placer le bon nombre de ballons sur le nez des otaries. Le nombre de ballons à placer est indiqué par le nombre écrit en chiffres au bas de la page. Chaque otarie, selon sa position, correspond à une valeur différente, celle de droite correspond aux unités, celle à sa gauche, aux dizaines, et ainsi de suite. Le degré 4 de cette activité présente des nombres qui vont jusqu'aux centaines de milliers. La figure 31 illustre un exemple de tâche à accomplir au degré 2 de l'activité.

Figure 31

Exemple d'une tâche à accomplir au degré 2 de la *Plage aux otaries*



*La Calculatrice à poissons* – Le but de cette activité, selon le concepteur, est surtout de s'exercer à l'usage d'une calculatrice. En effet, cette activité présente toutes les fonctions habituelles d'une calculatrice traditionnelle, sauf que la *Calculatrice à poissons* permet de visualiser la quantité d'objets (poissons), en plus de leur symbole numérique. Cette activité peut faire toutes les opérations qu'une calculatrice fait habituellement. Elle illustre les unités en termes de poissons, les dizaines en groupements de dix poissons de taille moyenne, les centaines en un carré qui compte cent petits poissons et les milliers sont représentés par une forme rectangulaire sur laquelle est écrit « 1000 » et illustré de très petits poissons. La figure 32 donne un exemple.

Figure 32

Exemple de l'activité de la Calculatrice à poissons



Quelques aspects de la numération sont abordés dans ce MDI, tel la valeur des différents chiffres selon leur position dans le nombre et les opérations. Les résultats des analyses qui suivent nous permettront d'approfondir cette question sur le plan de la numération, bien sûr, mais aussi sur le plan de l'interactivité.

### 2.3.2 Résultats de l'analyse du MDI *Voyage au fond des maths*

L'annexe F présente les différents résultats numériques que nous avons obtenus dans l'analyse du MDI *Voyage au fond des maths*. Dans les lignes qui suivent, nous mettrons plutôt en évidence les points forts et les points faibles qui ressortent de cette analyse. Ces principales observations seront résumées ensuite au tableau 30.

*Volet I* – Le matériel présenté dans la *Calculatrice à poissons* ne permet pas de grouper ou de dégroupier les éléments, ni de les déplacer. Pour ce qui est du matériel présent dans la *Calculatrice à poissons*, il rend parfois visible la règle de groupement et la taille relative des unités, des dizaines et des centaines. En ce qui concerne le matériel de la *Plage des otaries*, il ne rend pas visible la règle, ni la taille relative de chacun des groupements. Il ne permet pas non plus de les grouper ou de les dégroupier. Ces deux matériels permettent tous les deux la représentation des grands nombres.

Dans ce MDI, l'élève a l'occasion de recourir au comptage et au dénombrement, mais cette tâche n'est présentée que dans de rares occasions. Aucune activité n'est présentée sur les suites des nombres, ni sur les régularités. Il est cependant intéressant de souligner que le MDI propose une activité intitulée *La chasse aux formes*. Cette activité amène l'élève à poursuivre selon une certaine régularité des suites de formes. Cependant, puisqu'elle ne touchait pas directement la numération, nous ne l'avons pas présentée au début de cette partie. La *Plage aux otaries* propose quant à elle une occasion, bien qu'incomplète (voir l'explication plus bas), de décomposer les nombres, c'est-à-dire de trouver le nombre d'unités, de dizaines, de centaines, etc. contenues dans un nombre donné. En terminant, mentionnons qu'aucune activité n'amène l'élève à faire la distinction entre les termes « chiffre » et « nombre ». De plus, nous avons relevé plusieurs erreurs à ce propos



dans tout le matériel, en fait, le terme « chiffre » est le plus souvent utilisé et très souvent dans un sens erroné.

Les activités de ce matériel font surtout intervenir le calcul mental à travers des exercices. Aucun problème à résoudre n'est présenté dans tout le matériel. Jamais le zéro n'est présenté à gauche dans le nombre. Dans l'activité la *Plage aux otaries*, l'élève doit trouver la valeur des différents chiffres qui composent un nombre, bien que cette activité ne permette pas d'approfondir cet aspect. En effet, pour atteindre le résultat, l'enfant n'a qu'à faire correspondre le nombre de ballons sur l'otarie située au bon rang. Il n'a pas besoin de comprendre que le « 4 » au deuxième rang vaut 40. La figure 33 illustre cette faiblesse.

Figure 33

Exemple de faiblesse du matériel présenté dans l'activité de la *Plage aux otaries*



Aucun nombre dans ce matériel n'est écrit sous sa forme alphabétique. Les activités ne mettent en aucun cas l'accent sur certaines subtilités de la désignation orale ou écrite des nombres. En général, les nombres ne sont pas dits. La forme orale des nombres est donc très rarement associée à l'écriture chiffrée de ceux-ci.

Dans ce MDI, l'élève communique au moyen du langage écrit (écriture numérique seulement) et par la simulation d'actions. Il est notamment appelé à constituer des collections, faire des choix en cliquant sur des éléments. Aucun questionnement n'est soulevé, ni aucune information transmise concernant l'origine des nombres, l'évolution des nombres ou de la technologie pour faire des opérations. Les contextes sociaux présentés diffèrent peu.

*Volet II – Voyage au fond des maths* est divisé en activités et celles-ci gravitent autour d'idées connexes. Le MDI fait usage de titres sans toutefois les écrire à l'écran, les titres sont dits seulement. Les objectifs d'apprentissage ne sont mentionnées à aucun moment. Il n'y a pas de plan de contenu, le menu principal (le pont) fait office de plan, mais l'image laisse difficilement deviner ce qui se cache sous chaque porte et plusieurs animations et plusieurs bruits n'ont pas d'utilité au repérage.

Au départ, certaines consignes de navigation sont présentes. Les procédures de navigation sont simples et l'élève peut accéder au menu principal en tout temps. Les icônes sont assez représentatifs des fonctions qu'ils représentent. L'élève est mis dans un contexte réaliste où il doit gagner des poissons au cours des activités, ces poissons sont mis dans son aquarium, il peut les nourrir, leur acheter des articles à la boutique aux trésors. Toutes les actions du MDI ont un lien plausible entre elles.

On ne peut pas régler la vitesse des présentations dans ce matériel, c'est en fait une lacune importante, car le déroulement des activités va parfois très vite. L'élève peut toutefois varier l'ordre des activités, les quitter et y revenir quand il le veut. Par contre il est forcé de revenir au début de l'activité, car en quittant celle-ci, il ne peut installer de signet de repérage.

Bien que certaines consignes de soutien à la navigation soient présentes au début du MDI, aucune procédure de soutien pour la sélection de l'information n'est prévue; l'élève doit ainsi faire l'essai des fonctions s'il désire en connaître l'aboutissement. La fonction de changement de degré de difficulté est difficile d'accès, elle n'est accessible qu'au moment où on entre dans le matériel. En d'autres mots, il faut sortir du MDI et y revenir pour enfin voir réapparaître la barre de menu où se modifie le degré de difficulté. Ce matériel ne met ni lexique, ni aide-mémoire, ni dictionnaire à la disposition de l'élève.

Le repérage dans le MDI se fait à partir du menu principal et aucune assistance n'est prévue à cette fin: pas de plan, ni de carte de localisation, d'indication du chemin parcouru ou à parcourir. Seules des rétroactions de type encouragement qui saluent la persistance de l'élève sont présentes. Si l'élève réussit, il a droit à une animations et/ ou à un gain sous forme de poisson(s) ou de pièces de monnaie qu'il pourra échanger à la *Boutique aux trésors* contre certains articles à mettre dans son aquarium. Lorsque l'élève commet des erreurs à la *Plage des otaries* on entendra des sons de « dégringolades » (toujours la même phrase musicale) ou, dans l'activité *des Bulles*, *Bibot* descend d'un cran à chaque mauvaise réponse alors qu'il remonte de deux crans pour une bonne réponse. En terminant, mentionnons qu'aucune mention d'éléments de contenu préalables n'est faite et ce, pour toutes les activités du matériel. Les mêmes contenus d'apprentissage sont toutefois présentés dans différents contextes.

Il n'y pas d'activités d'évaluation ou d'auto-évaluation dans ce matériel. L'élève n'est pas encouragé à se fixer des défis personnalisés. Les activités n'ont pas recours à la résolution de situation-problèmes, à la production d'information ou à la consultation et à la communication entre pairs ou avec des spécialistes.



Tableau 30  
Principales observations qui ressortent de l'analyse  
du MDI *Voyage au fond des maths*

<b>VOLET I: LA NUMÉRATION</b>	<b>Principales observations</b>
<b>Section A:</b> Matériel de groupement et de regroupement	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Le matériel présenté dans la calculatrice à poissons ne permet pas de grouper ou de dégroupier les éléments. Mais il rend parfois visible la règle de groupement et la taille relative des unités, dizaines et centaines.</li> <li>• Le matériel des otaries ne rend pas visible la règle, ni la taille relative des éléments. Pas plus qu'il ne permet de les grouper ou de les dégroupier.</li> <li>• Ils permettent tout deux la représentation des grands nombres.</li> </ul>
<b>Section B:</b> Nombres et numération	<ul style="list-style-type: none"> <li>• L'élève a l'occasion de recourir au comptage et au dénombrement (très rarement).</li> <li>• Aucune activité sur les suites des nombres n'est présentée, ni sur les régularités.</li> <li>• Aucune distinction n'est faite entre les termes « chiffre » et nombre ».</li> <li>• Rarement, l'élève est invité à décomposer les nombres.</li> </ul>
<b>Section C:</b> Numération et opérations	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Les activités font surtout intervenir le calcul mental à travers des exercices. Aucun problème n'est proposé.</li> <li>• Le zéro n'est jamais présenté à gauche dans le nombre.</li> <li>• Dans l'activité des otaries, l'élève doit trouver la valeur des différents chiffres qui composent un nombre.</li> </ul>
<b>Section D:</b> Désignations orales et écrites	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aucun nombre n'est écrit sous sa forme alphabétique.</li> <li>• Aucune activité ne met l'accent sur certaines subtilités de la désignation orale ou écrite des nombres.</li> <li>• La forme orale des nombres est très rarement associée à l'écriture chiffrée de ceux-ci.</li> </ul>

<b>Section E:</b> Culture, société et numération	<ul style="list-style-type: none"> <li>• L'élève communique au moyen du langage écrit (écriture numérique exclusivement) et par la simulation d'actions seulement.</li> <li>• Aucun questionnement n'est soulevé ni aucune information n'est transmise concernant l'origine des nombres, l'évolution des nombres ou de la technologie pour faire des opérations.</li> <li>• Les contextes sociaux présentés diffèrent peu.</li> </ul>
---	---

<b>VOLET II:</b> <b>L'INTERACTIVITÉ</b>	
<b>Section A:</b> <b>LA STRUCTURATION DU</b> <b>CONTENU</b>	
A1. L'organisation de l'information	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Les activités sont divisées et gravitent autour d'idées connexes.</li> <li>• Le MDI fait usage de titres sans toutefois les inscrire à l'écran, ils sont dits seulement.</li> <li>• Les habiletés visées ne sont jamais mentionnées en tant que tel pour l'élève.</li> </ul>
A2. L'accessibilité de l'information	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Certaines consignes de navigation sont présentes.</li> <li>• Les procédures de navigation sont simples et l'élève peut accéder au menu principal en tout temps.</li> <li>• Les icônes sont assez représentatifs des fonctions qu'ils représentent.</li> <li>• L'élève est mis dans un contexte réaliste où il doit gagner des poissons au cours des activités, ces poissons sont mis dans son aquarium, il peut les nourrir, leur acheter des articles, etc.</li> </ul>
A3. Le contrôle de l'information	<ul style="list-style-type: none"> <li>• L'élève ne peut pas régler la vitesse des présentations.</li> <li>• Il peut varier l'ordre des activités, interrompre, quitter et revenir quand il le veut, il faut qu'il revienne au début de l'activité.</li> <li>• Il ne peut pas installer de signet avant de quitter l'activité.</li> </ul>
<b>Section B:</b> <b>L'ASSISTANCE À</b> <b>L'ÉLÈVE</b>	

B1. L'assistance fonctionnelle	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aucune procédure de soutien pour la sélection de l'information n'est prévue.</li> <li>• Aucun lexique, aide-mémoire ou dictionnaire, etc. n'est disponible.</li> <li>• Certaines consignes de soutien à la navigation sont présentes.</li> </ul>
B2. L'assistance tactique	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Le repérage dans le MDI se fait à partir du menu principal, mais aucune assistance n'est prévue à cette fin, pas de plan, de cartes de localisation, d'indication du chemin parcouru, etc.</li> <li>• Seules des rétroactions de type encouragement qui saluent la persistance sont présentes.</li> <li>• Aucune mention d'éléments de contenu préalables n'est faite.</li> <li>• Certains contenus d'apprentissage sont montrés dans différents contextes.</li> </ul>
B3. Assistance pédagogique–didactique	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Il n'y pas d'activités d'évaluation ou d'auto-évaluation.</li> <li>• L'élève ne peut se fixer de défis personnalisés.</li> <li>• Les activités n'ont jamais recours à la résolution de situation-problèmes, à la production d'information, à la consultation/communication.</li> </ul>

### 3. SYNTHÈSE DE LA MISE À L'ESSAI

En raison du peu de logiciels examinés, il va de soi que nous ne sommes pas en mesure de procéder, dans le cadre de cette étude, à des généralisations aux autres matériels didactiques informatisés. Rappelons que cette mise à l'essai avait pour but premier de faire ressortir un portrait individualisé de trois MDI, portraits que nous avons développés dans la partie précédente.

Toutefois, la mise à l'essai de la grille, nous permet, dans la présente partie, d'observer les résultats numériques obtenus pour les trois MDI et de faire quelques comparaisons entre eux. Nous apporterons, bien entendu, des nuances et des commentaires quant à certaines parties de la grille qui nous semblent, après avoir fait cette mise à l'essai, plus difficiles à juger de façon objective.



### 3.1 Comparaison des résultats des MDI analysés

En observant les résultats obtenus à l'annexe F, nous pouvons d'ores et déjà observer et comparer les différentes cotes attribuées. Nous pouvons aussi observer les sommes de chacune des différentes parties de la grille qui sont à la fin de chaque partie.

Pour que le lecteur ou la lectrice n'ait pas à toujours se référer à l'annexe F, nous reprenons au tableau 31 les principales données qui feront l'objet de notre discussion. Les sommes des MDI sur les différentes sections de la grille, les sommes des *Volets I et II* (numération et interactivité) et les sommes générales obtenues pour chaque MDI.

Tableau 31  
Faits saillants des résultats numériques de l'analyse

	<i>Fête et Maths</i> (FetM)	<i>Français, maths avec Oscar</i> (FMO)	<i>Voyage au fond des maths</i> (VFM)
<i>Volet I – Somme de la Section A</i> <b>Matériel de groupement et de regroupement</b>	13	0	5
<i>Volet I – Somme de la Section B</i> <b>Nombres et numération</b>	7	22	4
<i>Volet I – Somme de la Section C</i> <b>Numération et opérations</b>	13	7	6
<i>Volet I – Somme de la Section D</i> <b>Désignations orales et écrites</b>	8	16	2
<i>Volet I – Somme de la Section E</i> <b>Culture, société et numération</b>	3	3	4
<i>Volet I – Somme du volet NUMÉRATION</i>	44 /264 points possibles (16,7%)	48 /264 points possibles (18,2%)	21 /264 points possibles (8%)
<i>Volet II – Somme de la section A</i> <b>La structuration du contenu</b>	65 /128 points possibles (50,8%)	71 /128 points possibles (55,5%)	63 /128 points possibles (49,2%)
<i>Volet II – Somme de la section B</i> <b>L'assistance à l'élève</b>	20 /160 points possibles (12,5%)	26 /160 points possibles (16,3%)	9 /160 points possibles (5,6%)
<i>Volet II – Somme du volet INTERACTIVITÉ</i>	85 /288 points possibles (29,5%)	97 /288 points possibles (33,7%)	72 /288 points possibles (25%)

En observant le tableau 31, il en ressort les principales observations faites concernant les forces et les faiblesses des MDI que nous avons faites précédemment. Sur le plan de la numération, le premier MDI analysé, *Fête et Maths*, comportait

davantage de points forts pour la section A, *Le matériel de groupement et de regroupement*, que les deux autres. Alors que le deuxième logiciel, *Français, maths avec Oscar*, présentait nettement plus d'activités reliées aux suites de nombres, aux activités de décomposition de nombres et d'identification de régularités dans les suites (section B) que les deux autres matériels. Pour ce qui est des autres sections (C, D et E), les avantages de l'un ou de l'autre ne sont pas marqués, même si on note un léger avantage de *Français, maths avec Oscar* à la *Section D, Les désignations orales et écrites*. On se rappelle que cet avantage est attribuable au fait que ce matériel fait intervenir couramment l'écriture des nombres en lettres et en chiffres.

En examinant la somme des points attribués aux sections du volet numération, on constate que les deux premiers matériels présentés atteignent environ le même pointage (44 et 48), alors que le troisième, *Voyage au fond des maths*, est nettement en arrière (21) sur le plan du contenu mathématique analysé. Terminons l'observation du *Volet I* sur la numération en soulignant que la somme des cinq sections en numération pour chaque MDI peut atteindre un seuil maximal de 264 points. Nous avons indiqué ce pointage en pourcentage dans le tableau 31 pour mieux faire ressortir la valeur relative de chacun des MDI en ce qui concerne à cet aspect. On ne peut pas non plus passer sous silence le fait que ces trois MDI, même s'ils comportent des forces intéressantes, sont loin de couvrir tous les contenus d'apprentissage en numération. Et s'ils le font, ils ne le font pas nécessairement de manière très exhaustive.

Enchaînons maintenant avec l'observation du *Volet II* sur l'interactivité. On peut constater que les trois MDI sont assez semblables quant à leur pointage recueilli pour ce volet. Toutefois, ce qui apparaît intéressant à relever, c'est le très large écart entre les deux sections de ce volet et ce, pour tous les matériels analysés. Le pointage de la section A, *la structuration du contenu*, est assez élevée pour les trois MDI. Par contre, celui de la section B, *l'assistance à l'élève* est très faible. Particulièrement la



sous-section B3, *l'assistance pédagogique-didactique* (voir B3 à l'annexe F) : sur dix-huit critères, avec une possibilité de 72 points par MDI, un seul point a été accordé pour les trois matériels. En un mot, les MDI que nous avons analysés ont beaucoup plus d'atouts en structuration de contenu qu'en assistance à l'élève. Force est de constater que ce dernier aspect comporte de très grandes faiblesses.

En résumé, nous pouvons dire que les deux premiers MDI analysés comportent plus de forces que le dernier, bien que la différence ne soit pas majeure entre eux. Par contre, ce qu'on peut faire ressortir, c'est que tous ces matériels comportent d'importantes faiblesses sur le plan de la numération et sur le plan de l'interactivité, plus particulièrement en ce qui concerne les mesures prévues d'assistance à l'élève.

L'examen de ces résultats (annexe F) nous a permis de faire quelques comparaisons entre les matériels analysés et de faire un bilan général des résultats d'analyses. Pour la partie qui suit, nous reviendrons sur la grille d'analyse en tant que telle, car, la mise à l'essai a permis de mettre en relief certains aspects qui pourraient avantageusement être modifiés pour un usage ultérieur plus satisfaisant.

### 3.2. Commentaires critiques quant à certaines parties de la grille

La mise à l'essai nous a permis de constater certaines limites de l'outil d'analyse que nous avons développé, particulièrement quant à l'objectivité et à la précision de certains critères.

Les critères que nous avons développés, et qui ont permis de mettre au point la grille d'analyse, sont, dans l'ensemble, très satisfaisants. Nous n'avons pas rencontré d'embûches liées à l'usage du *Volet I* de la grille. Certains critères du *Volet II* seraient toutefois à revoir dans le cadre d'une remise à l'essai de cet outil.

Les critères A2.11 et A2.13 nous apparaissent maintenant particulièrement ambigus et demandent, à notre avis, une interprétation de la part de l'évaluateur ou de l'évaluatrice. Voici à nouveau ces deux critères qui posent des difficultés d'interprétation.

- A2.11 L'information est placée dans des contextes et des situations réalistes. (Fleury, 1994)
- A2.13 Le MDI utilise des métaphores familières à l'élève pour la transmission des contenus d'apprentissage. (Fleury, 1994)

Ces critères font place à interprétation, car, à notre avis, quand on parle de « situations réalistes » ou de « métaphores familières », ces expressions portent à confusion. Bien sûr, on pourrait considérer que la notion de « situations réalistes » renvoie à celles qui peuvent se rencontrer dans la réalité, mais se posent les questions suivantes: réaliste où? et familière pour qui? En effet, de nombreuses situations peuvent être familières pour un élève et peuvent ne pas l'être pour un autre selon sa culture, ses activités, etc. Nous pensons, de plus, que certaines situations fantaisistes peuvent être très fructueuses dans le cadre de certains apprentissages. Ainsi, pour répondre adéquatement à ces deux critères, il faut soit connaître très bien l'apprenant et sa réalité ou s'appuyer sur son propre jugement. Pour ces raisons, nous croyons que ces deux critères ne sont pas hautement « opérationnalisables »: ils sont trop tributaires de la subjectivité de la personne qui évalue.

Dans un autre ordre d'idées, le critère A2.10 porte aussi à confusion. Revoici ce critère: A2.10 Les animations sont pertinentes par rapport au contenu. (Rocheleau, 2001)

Après utilisation de la grille, ce critère ne nous semble pas complet, car il faudrait indiquer si on parle des informations liées au contenu d'apprentissage ou

d'autres informations qui relèvent de la métaphore d'action. L'auteure de ce critère ne précise pas cet aspect et nous croyons maintenant que cela serait important de la faire. Comme il est transcrit ci-haut, le critère est porteur de deux sens: 1) doit-on espérer des animations qui sont le plus « à propos » possible, c'est-à-dire qui ne génèrent pas de distraction quant à l'information qui est diffusée; 2) veut-on plutôt dire que les animations doivent idéalement être interreliées au contenu d'apprentissage? Les animations sont souvent là pour motiver et amuser l'apprenant, bien que certaines touchent aussi le contenu d'apprentissage mais très souvent elles n'y touchent pas. Au cours de notre analyse, nous avons répondu en fonction de la première possibilité, étant donné que l'on ne précisait pas le « contenu d'apprentissage » dans le critère. Par contre, dans un usage ultérieur, il serait mieux de préciser cet aspect pour contourner cette ambiguïté.

Pour mettre fin à ces commentaires critiques, précisons qu'il n'est pas prévu, dans le cadre de notre démarche, de modifier les trois critères dont nous venons de dresser les limites qu'ils comportent ; nous nous en tenons ici à en identifier les faiblesses. Bien entendu, les commentaires critiques que nous venons d'exposer pourront, nous l'espérons, servir à titre indicatif pour toute personne qui souhaiterait utiliser la grille pour faire l'analyse de MDI ou comme base de travail à la conception d'un nouveau matériel. Ces commentaires se veulent surtout un point de départ vers des recherches ultérieures qui permettraient de raffiner ou d'améliorer notre grille d'analyse ou pour qui se servirait de cet outil d'analyse afin d'en développer un autre qui soit encore plus juste et plus efficace.

Ceci nous mène à la conclusion de notre démarche de recherche, où nous discuterons de la portée envisagée de notre projet et où nous tenterons de poser un regard critique sur notre démarche.



## CONCLUSION

La démarche que nous venons d'expliciter a rendu possible l'élaboration d'une première version d'une grille d'analyse qui permet de faire un certain portrait des matériels didactiques informatisés (MDI) destinés à l'apprentissage de la numération au premier cycle du primaire, tel que le formule notre objectif général de recherche. Nous avons notamment fait ressortir les critères d'analyse d'ordre mathématique reliés à l'apprentissage de la numération au premier cycle du primaire. Ces critères, formulés à l'aide de travaux conduits dans le domaine, se retrouvent dans le *Volet I* de notre grille. En regard du modèle d'apprentissage retenu, la qualité de l'aspect interactif du MDI semble perçue, dans plusieurs études, comme un élément incontournable pour favoriser les apprentissages. C'est pourquoi nous avons élaboré des critères d'analyse d'ordre interactif qui seraient susceptibles de favoriser l'apprentissage de concepts mathématiques au premier cycle du primaire. Ces derniers composent le *Volet II* de la grille d'analyse.

Dans tout cheminement de recherche, il est souhaité rigueur, cohérence et validité de la démarche retenue et appliquée. Bien entendu, notre projet comporte des faiblesses, mais aussi des forces sur lesquelles nous aimerions d'abord revenir.

Tout au cours de notre démarche, nous avons cherché à préciser nos choix, parfois, nous en convenons, avec un regard limité sur les objets de notre recherche. Nous avons procédé en trois étapes, chacune d'entre elle ayant été expliquée et justifiée. La première étape, celle de l'élaboration des critères, a été menée en lien étroit avec le cadre théorique. Malgré les limites de notre cadre de référence, nous avons formulé des critères d'analyse pour notre grille qui ont reçu, au moment de la deuxième étape, un accueil favorable et un fort degré d'accord de la part des personnes expertes des domaines concernés. En outre, au moment de la troisième

étape, c'est-à-dire de la mise à l'essai de la grille, nous avons constaté que notre outil d'analyse est facile d'utilisation. Malgré le nombre important de critères qui composent la grille et, malgré le fait que trois critères nous ont paru ambigus, notre grille est simple à utiliser probablement en raison des différentes parties qui sont organisées par thèmes, par sections et par sous-sections. Ceci en fait un outil souple où l'analyse peut être interrompu et repris sans allonger le processus d'évaluation qui, doit-on le préciser, est déjà très long en soi.

Concernant les résultats numériques obtenus par l'utilisation de la grille, nous aimerions apporter un éclairage nouveau sur la comparaison des résultats entre les différents MDI évalués. Nous avons constaté, au cours de la mise à l'essai, que les résultats obtenus pour le *Volet II* sur l'interactivité étaient plus pertinents à comparer entre les MDI que les résultats du *Volet I* sur la numération. En effet, chaque MDI n'abordant pas tous les mêmes contenus mathématiques, il est moins pertinent de mettre en évidence les résultats généraux afin de les comparer. Par contre, sur le plan de l'interactivité, la comparaison apparaît plus signifiante puisque, quoi qu'il traite, il est souhaitable que tout MDI atteigne un certain seuil de potentiel interactif afin, comme nous l'avons exposé dans notre cadre théorique, de favoriser les apprentissages des élèves.

Le résultat de ce cheminement comporte également des faiblesses et des limites dont il importe maintenant de souligner la présence et la portée. Ainsi, la démarche méthodologique empruntée n'aura pas permis de vérifier la fidélité de la grille. Pour ce faire, il aurait fallu notamment qu'un nombre important de personnes analysent les mêmes MDI et qu'ensuite nous puissions faire des comparaisons entre les résultats pour vérifier le taux de correspondance entre les évaluations (Lefrançois, 1992).

Aussi, notre plan méthodologique comportait le recours à trois experts ou expertes dans chacun des deux domaines visés. Ce nombre est bien entendu très restreint, et ne permet pas sans doute de couvrir tous les points de vue possibles sur les critères de la grille. De plus, la présence d'un fort degré d'accord ou encore de désaccord pour un critère peut vite s'observer dans les résultats, mais ne constituer que l'effet du petit nombre de personnes consultées. Le choix des experts et des expertes peut aussi être remis en question, l'expérience de certains d'entre eux dans ce type de travail ou encore dans leur domaine respectif peut influencer leur regard sur les critères. De sorte que, malgré les précautions dans le choix des experts, leurs connaissances ne sont pas nécessairement équivalentes et cela peut parfois mener à des points de vue divergents. Par exemple, s'ils se sentent peu à l'aise avec le contenu, parfois ils ne peuvent pas se prononcer sur certains critères ou encore ils remettent en question l'énoncé. Par ailleurs, s'ils sont tellement familier avec le contenu, il est possible qu'ils fassent des inférences à la lecture des critères et ne puissent pas constater les ambiguïtés potentielles dans la formulation de ceux-ci pour une personne qui s'y connaîtrait moins. Ainsi, malgré le fort taux d'accord que nous avons obtenu de la part de nos expertes sur un grand nombre de critères de notre grille, nous savons que nous devons prendre ces résultats avec précaution.

La mise à l'essai des MDI, pour sa part, nous aura donné l'occasion de voir une faiblesse sur le plan de la lecture et de l'interprétation des résultats numériques. En effet, la disposition des résultats numériques accorde la même importance à tous les critères. Tous valent quatre points. Toutefois, nous savons bien que certains critères ont une plus grande valeur ou une plus ou moins grande portée éducative que d'autres pour juger de la qualité du contenu présenté, et ce, autant pour le volet relié à la numération que pour celui associé à l'aspect interactif du MDI. Cette appréciation, selon une échelle de Likert, serait peut-être à repenser. Ou encore, certains critères plus importants devraient être placés plus en évidence. Il serait envisageable d'adopter une pondération relative des critères selon leur importance



respective. Cette pondération permettrait d'accorder un poids relatif aux divers critères et ainsi permettrait de contourner cette limite. Ceci est une possibilité intéressante qui implique toutefois d'importantes recherches sur le plan théorique et que nous n'avons pas eu la possibilité d'explorer dans ce projet. Bien que nous n'ayons pas en main la solution, nous savons que les résultats numériques obtenus à l'aide de la version actuelle de la grille doivent être davantage considérés de façon qualitative.

Ces aspects moins satisfaisants que nous venons de mettre au jour nous apprennent beaucoup sur les limites des démarches que nous empruntons et sur l'importance des choix que nous avons faits tout au cours de ce cheminement. Nous saisissons maintenant mieux qu'un cheminement d'une telle ampleur, comportant de multiples facettes, contient nécessairement et inévitablement des failles et que nous devons faire face à de nombreux impondérables, et ce, même si cette démarche a été faite dans la plus grande rigueur et avec un souci constant d'exactitude. Ce qui importe maintenant est de le reconnaître et d'assurer un suivi en étant consciente des limites du projet tout en prenant appui sur ses forces pour imaginer des étapes ultérieures créatives. Voici quelques retombées et suites à donner au matériel qui a été développé dans le cadre de ce projet.

Développer un outil d'analyse avec des critères précis et clairs demande un approfondissement des assises théoriques sur lesquels les critères reposent. Les critères ainsi développés rendent alors utilisables des notions théoriques qui sont généralement plus difficiles d'accès. Les critères, s'ils sont mis à jour régulièrement, pourraient également servir d'outil de formation aux personnes qui utiliseront la grille qu'elles soient en pratique ou en formation. Nous avons d'ailleurs déjà expérimenté l'usage d'une version préliminaire du *Volet I* de la grille auprès d'un groupe d'étudiants et d'étudiantes en formation des maîtres. Ceux-ci étaient alors en situation apprentissage des différentes facettes que comporte l'enseignement de la

numération. Grâce à la grille, ils ont été à même de constater que la compréhension de la numération chez l'enfant comporte de nombreuses particularités à prendre en compte, et ce, dans un éventail de thèmes diversifiés. En plus de permettre l'approfondissement des notions abordées dans le cours, l'utilisation de cette grille a été l'occasion pour jeter un regard critique sur le matériel mis à leur disposition et ainsi de mieux cerner les aspects qu'ils devront prendre plus particulièrement en charge dans le cadre de leur enseignement.

De plus, les critères du *Volet I* de la grille, même s'ils sont conçus pour faire l'analyse de MDI, pourraient servir à faire l'analyse d'un manuel scolaire quant à son contenu en numération. Ou encore, comme nous le soulignait une enseignante du primaire rencontrée dans le cadre d'une communication que nous avons effectuée lors du Congrès de l'Association québécoise des utilisateurs de l'ordinateur au primaire-secondaire, ces critères pourraient aussi servir à mieux voir quels contenus ont été abordés dans le cadre d'un enseignement et lesquels ne l'ont pas encore été. Ainsi, la grille d'analyse que nous avons développée peut rendre un contenu théorique très accessible, concret et utilisable pour des enseignants et des enseignantes en exercice ou en cours de formation.

Bien modestement, nous espérons, comme autre retombée de ce projet, que les concepteurs et les conceptrices de MDI puissent s'inspirer autant que possible de notre grille pour bonifier le contenu en numération des matériels qui seront mis en marché dans les prochaines années et destinés au milieu scolaire. Nous le déplorons, trop peu de MDI sont conçus spécifiquement à l'heure actuelle pour les besoins du milieu scolaire. Dans la même foulée, nous souhaitons que cet outil d'analyse puisse les inspirer pour mettre au point des MDI qui correspondent mieux aux principes constructiviste de l'apprentissage que privilégie le *Programme de formation de l'école québécoise* (Gouvernement du Québec, 2001b).

Toutes ces retombées supposent notamment une diffusion de la grille. Pour permettre cette diffusion auprès du public, et afin de pouvoir assurer un suivi de ce travail, il serait intéressant de publier la grille à l'aide d'un site web. Bien entendu, ceci ne constitue en rien une étape méthodologique de notre projet, elle assurerait toutefois une diffusion relativement simple et surtout à peu de frais. Notre grille ainsi diffusée pourrait contribuer, il nous semble, à soutenir le travail d'enseignants et d'enseignantes dans leur milieu, mais surtout permettre son amélioration car elle serait ainsi soumise à davantage de regards et de critiques. C'est dans l'espérance de cet aboutissement futur que nous concluons ce travail.



## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Astolfi, J.-P., Darot, E., Ginsburger-Vogel, Y. et Toussaint, J. (1997). *Pratiques de formation en didactique des sciences*. Bruxelles: De Boeck.
- Baruk, S. (1997). *Comptes pour petits et grands*. Paris: Éditions Magnard.
- Bednar, A. K., Cunningham, D., Duffy, T. M. et Perry, J. D. (1992). Theory into practice: How do we link? In T. M. Duffy, et D. H. Jonassen (dir.), *Constructivism and the technology of instruction. A Conversation* (p. 17-34). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Bednarz, N. (1991). Interactions sociales et construction d'un système d'écriture des nombres en classe primaire. In C. Garnier, N. Bednarz et I. Ulanovskaya (dir.), *Après Vygotski et Piaget: perspectives sociale et constructiviste. Écoles russe et occidentale* (p. 51-67). Bruxelles: De Boeck Wesmael.
- Bednarz, N. et Janvier, B. (1986). Une étude des conceptions inappropriées développées par les enfants dans l'apprentissage de la numération au primaire. *European Journal of Psychology of Education*, 1(2), 17-33.
- Bednarz, N. et Janvier, B. (1984a). La numération: les difficultés suscitées par son apprentissage. *Revue Grand N*, 33, 5-31.
- Bednarz, N. et Janvier, B. (1984b). La numération: une stratégie didactique cherchant à favoriser une meilleure compréhension. *Revue Grand N*, 34, 5-17.
- Bertoletti, M. C. et Dahlet, P. (1984). Manuels et matériels scolaires pour l'apprentissage du FLS. *Le français dans le monde*, 186, 43-48.
- Brissiaud, R. (1989). *Comment les enfants apprennent à calculer? Au-delà de Piaget et de la théorie des ensembles*. Paris: Éditions Retz.
- Brien, R., Bourdeau, J. et Rocheleau, J. (1999). L'interactivité dans l'apprentissage: la perspective des sciences cognitives. *Revue des sciences de l'éducation*, XXV(1), 17-34.
- Brossard, L. (2000). Maintenir le cap sur les finalités. Entrevue avec Michel Develay. *Vie pédagogique*, 117, 5-9.

- Brousseau, G. (1986). Fondements et méthodes de la didactique des mathématiques. *Recherches en didactique des mathématiques*, 7(2), 33–115.
- Brown J. S., Collins A. et Duguid P. D. (1989). Situated cognition and the culture of learning. *Educational Researcher*, 18(1), 32–42.
- Brunswic. E. et Valérien, J. (1995). *Planification du développement des manuels scolaires*. Paris: UNESCO.
- Chaput, N. (1998). *Essai de construction d'une grille pour l'analyse de matériels éducatifs informatisés destinés à l'apprentissage et à l'enseignement du concept de nombre naturel*. Mémoire de maîtrise, Université de Sherbrooke, Sherbrooke, Québec.
- Cognition and Technology Group at Vanderbilt (1992). Some Thoughts about constructivism and instructional design. In T. M. Duffy et D. H. Jonassen (dir.), *Constructivism and the technology of instruction. A Conversation* (p. 115–119). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Collins, A., Brown, J. et Newman, S. E. (1989). Cognitive apprenticeship: Teaching the crafts of reading writing and mathematics. In L. B. Resnick (dir.), *Knowing, learning and instruction* (p.87–115). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Conférence des recteurs et des principaux des universités du Québec (1996). *Rapport sur le développement des NTIC dans le réseau universitaire québécois*. Montréal: CRÉPUQ.
- Conseil supérieur de l'éducation (2000). *Rapport annuel 1999–2000 sur l'état et les besoins de l'éducation. Éducation et nouvelles technologies: pour une intégration réussie dans l'enseignement et l'apprentissage*. Québec: Les Publications du Québec.
- Conseil supérieur de l'éducation (1994). *Rapport annuel 1993–1994 sur l'état et les besoins de l'éducation. Les nouvelles technologies de l'information et de la communication: des engagements pressants*. Québec: Les Publications du Québec.
- Corbo, C. (2001). Les enjeux essentiels d'une réforme scolaire annoncée. *Vie pédagogique*, 121, 6–9.
- Cox, L. S. (1975). Diagnosing and remediating systematic errors in addition and subtraction computations. *The Arithmetic Teacher*, 22(2), 151–157.



- Dorgan, K. (1994). What textbooks offer for instruction in fraction concepts. *Teaching Children Mathematics*, novembre, 150–155.
- Depover, C. (1994). Problématique et spécificité de l'évaluation des dispositifs de formation multimédias. *Éducatechnologique*. Document téléaccessible à l'adresse <[http://www.fse.ulaval.ca/fac/ten/reveduc/html/vol1/vol1\\_no3.html](http://www.fse.ulaval.ca/fac/ten/reveduc/html/vol1/vol1_no3.html)>.
- Duffy, T. M. et Jonassen D. H. (1992). *Constructivism and the technology of instruction. A Conversation*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Dupuis, F. (2001). *Matériel pour l'utilisation d'Internet dans un environnement d'apprentissage coopératif*. Essai de maîtrise, Université de Sherbrooke, Sherbrooke, Québec.
- Fayol, M. (1990). *L'enfant et le nombre. Du comptage à la résolution de problèmes*. Neuchâtel/Paris: Delachaux et Niestlé.
- Fleury, M. (1994). Implications de certains principes de design pour le concepteur de systèmes multimédias interactifs. *Éducatechnologique*, 1(3). Document téléaccessible à l'adresse <[http://www.fse.ulaval.ca/fac/ten/reveduc/html/vol1/vol1\\_no3.html](http://www.fse.ulaval.ca/fac/ten/reveduc/html/vol1/vol1_no3.html)>.
- Francoeur, P. (2002). Dans le sillage de la réforme scolaire, repositionner les moyens d'enseignement. *Vie pédagogique*, 124, 42–45.
- Fuson, C. K. (1991). Relations entre comptage et cardinalité chez les enfants de 2 à 8 ans. In J. Bideaud, C. Meljac et J. P. Fisher (dir.), *Les chemins du nombre* (p.351–374). Lille: Presses universitaires de Lille.
- Fuson, C. K. et Kwon Y. (1991). Systèmes de mots–nombres et autres outils culturels: effets sur les premiers calculs de l'enfant. In J. Bideaud, C. Meljac et J. P. Fisher (dir.), *Les chemins du nombre* (p.351–374). Lille: Presses universitaires de Lille.
- Gagné, R. M., Briggs, L. J. et Wager, W. (1988). *Principles of instructional design* (3<sup>e</sup> éd.). New York, NY: Holt, Rinehart and Winston.
- Gauthier, B. (dir.) (1997). *Recherche sociale: de la problématique à la recherche de données* (3<sup>e</sup> éd.). Sainte-Foy: Presses de l'Université du Québec.
- Geertz, C. (1983). *Local knowledge*. New York, NY: Basic Books.
- Giardina, M. (1992). L'interactivité dans un environnement d'apprentissage multimédia. *Revue des sciences de l'éducation*, XVII(1), 43–66.



- Giardina, M. et Laurier, M. (1999). Modélisation de l'apprenant et interactivité. *Revue des sciences de l'éducation*, XXV(1), 35–59.
- Giordan, A. (1989). Quelques obstacles à l'utilisation didactique du concept d'obstacle épistémologique. In N. Bednarz et C. Garnier (dir.), *Construction des savoirs: obstacles et conflits* (p. 372–381). Montréal: Agence d'ARC.
- Giordan, A. et de Vecchi, G. (1987). *Les origines du savoir: des conceptions des apprenants aux concepts scientifiques*. Neuchâtel: Delachaux et Niestlé.
- Giroux, J. et Lemoyne, G. (1998). Coordination of knowledge of numeration and arithmetic operations on first grade students. *Educational Studies in Mathematics*, 35, 283–301.
- Gouvernement du Québec (2002). *Guide d'évaluation de matériel didactique informatisé*. Québec: Ministère de l'Éducation.
- Gouvernement du Québec (2001a). *Analyse des besoins en contenus numériques dans le milieu scolaire québécois*. Québec: Direction des ressources didactiques du ministère de l'Éducation et Direction de l'autoroute de l'information.
- Gouvernement du Québec (2001b). *Programme de formation de l'école québécoise. éducation préscolaire, enseignement primaire*. Québec: Ministère de l'Éducation.
- Gouvernement du Québec (2000). *RÉCIT, Actualisation du réseau des CEMIS. Orientations ministérielles*. Québec: Ministère de l'éducation. Document téléaccessible à l'adresse <<http://www.meq.gouv.qc.ca/drd/tic/recit.html>>.
- Gouvernement du Québec (1997a). *Réaffirmer l'école. Rapport du Groupe de travail sur la réforme du curriculum*. Québec: Ministère de l'Éducation.
- Gouvernement du Québec (1997b). *L'école tout un programme. Énoncé de politique éducative*. Québec: Ministère de l'Éducation.
- Gouvernement du Québec (1996a). *Les États généraux sur l'éducation 1995–1996. Exposé de la situation*. Québec: Ministère de l'Éducation.
- Gouvernement du Québec (1996b). *Les technologies de l'information et de la communication en éducation. Plan d'intervention*. Québec: Ministère de l'Éducation.

- Gouvernement du Québec (1994). *Préparer les jeunes au 21<sup>e</sup> siècle*. Québec: Ministère de l'Éducation.
- Gouvernement du Québec (1989). *Grille d'évaluation de didacticiels*. Québec: Ministère de l'Éducation.
- Hasni, A. et Ratté, S. (2001). Le manuel scolaire dans l'enseignement primaire: le discours du ministère de l'Éducation et du Conseil supérieur de l'éducation depuis 1979. In Y. Lenoir, B. Rey, G.-R. Roy et J. Lebrun (dir.), *Le manuel scolaire et l'intervention éducative* (p. 57-70). Sherbrooke: Éditions du CRP.
- Ifrah, G. (1994). *Histoire universelle des chiffres* (Vol. 1). Paris: Éditions Robert Laffont (1<sup>re</sup> éd. 1981).
- Jacquinet, G. (1997). Entretien avec Geneviève Jacquinet. In C. Meunier (dir.), *Points de vue sur le multimédia interactif en éducation: entretiens avec 13 spécialistes européens et nord-américains*, (p. 75-94). Montréal: Chenelière/McGraw-Hill.
- Jacquinet, G. et Meunier, C. (1999). L'interactivité au service de l'apprentissage. *Revue des sciences de l'Éducation*, XXV(1), 3-15.
- Jones, G. A. et Thornton, C. A. (1993). Children's understanding of place value: a framework for curriculum development and assessment. *Research in Review*, 48(5), 12-18.
- Jonnaert, P. (2002). *Compétences et socioconstructivisme. Un cadre théorique*. Bruxelles: De Boeck et Larcier.
- Kamii, C. (1990). *Les jeunes enfants réinventent l'arithmétique* (Trad. S. Montandon). Berne: Peter Lang.
- Laberge, C. (2002). Les TIC à l'école... 5 ans plus tard: et après? *Bulletin FSE*, mai-juin, 6-7. Document téléaccessible à l'adresse <<http://www.ceq.qc.ca/bullefse/mai02/tdm.htm>>.
- Laborde, C. (1991). Deux usages complémentaires de la dimension sociale dans les situations d'apprentissage en mathématiques. In C. Garnier, N. Bednarz et I. Ulanovskaya (dir.), *Après Vygotski et Piaget: perspectives sociale et constructiviste. Écoles russe et occidentale* (p. 29-49). Bruxelles: De Boeck Wesmael.
- Laurent, P. (1989). *Grille d'évaluation formative de didacticiels. Version 1.0*. Québec: Direction des ressources didactiques, Ministère de l'Éducation.

- Lave, J. (1977). Tailor-made experiments and evaluating the intellectual consequences of apprenticeship training. *The Quarterly Newsletter of the Institute for Comparative Human Development*, 1, 1-3.
- Lave, J. (1988). *Cognition in practice*. Boston, NJ: Cambridge.
- Lefrançois, R. (1992). *Stratégies de recherche en sciences sociales. Applications à la gérontologie*. Montréal: Presses de l'Université de Montréal.
- Mataigne, B. (1987). *L'évaluation des didacticiels*. Québec: Publication québécoise.
- Mayer, R. et Ouellet, F. (1991). *Méthodologie de recherche pour les intervenants sociaux*. Boucherville: Gaëtan Morin.
- Mayer, R. E., Sims, V. K. et Tajika, H. (1995). A comparison of how textbooks teach mathematical problem solving in Japan and the United States. *American Educational Research Journal*, 32(2), 443-452.
- Mayer, L. A., Crummey, L. et Greer, E. A. (1988). Elementary science textbooks: Their contents, text characteristics, and comprehensibility. *Journal of Research in Science Teaching*, 25(6), 435-463.
- Merrill, M. D. (1992). Constructivism and instructional design. In T. M. Duffy et D. H. Jonassen (dir.), *Constructivism and the technology of instruction. A Conversation* (p. 99-114). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Meunier, C. (1997). *Points de vue sur le multimédia interactif en éducation: entretiens avec 13 spécialistes européens et nord-américains*. Montréal: Chenelière/McGraw-Hill.
- Migneault, R. (2002). Le manuel scolaire et la pédagogie différenciée. *Vie pédagogique*, 124, 13-16.
- Miller, G. A. et Gildea, P. M. (1987). How children learn words. *Scientific American*, 257(3), 94-99.
- Monette, M. (2002). Le matériel didactique de base: faut-il en faire une histoire? *Vie pédagogique*, 124, 17-19.
- Ouellet, A. (1981). *Processus de recherche: une approche systématique*. Sillery: Presses de l'Université du Québec.



- Perkins, D. N. (1992). Technology meets constructivism: Do they make a marriage? In T. M. Duffy et D. H. Jonassen (dir.), *Constructivism and the technology of instruction. A Conversation* (p. 45–55). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Perret, J. F. (1985). *Comprendre l'écriture des nombres*. Berne: Peter Lang.
- Poirier, L. (2001). *Enseigner les maths au primaire. Notes didactiques*. Saint-Laurent: Éditions du Renouveau pédagogique.
- Reigeluth, C. M. (1983). Instructional design: What is it and why is it? In C. Reigeluth (dir.), *Instructional-design theories and models* (p. 3–36). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Rhéaume, J. (1996). *Méthode pratique d'analyse de logiciels éducatifs*. Document téléaccessible à l'adresse <<http://www.fse.ulaval.ca/fac/ten/cours/html/methanal.html>>.
- Richaudeau, F. (1979). *Éléments pour un examen critique des manuels scolaires*. Paris: UNESCO.
- Rocheleau, J. (2001). *Indicateurs potentiels pour l'évaluation des produits éducatifs*. Document de travail. Université du Québec à Chicoutimi. Document téléaccessible à l'adresse <<http://www.cjonquiere.qc.ca/maitrisentic/Documents%20globaux/IndicPEv2.pdf>>.
- Rocheleau, J. (2000). *L'apport des théories cognitivistes de l'apprentissage en technologie éducative*. Document téléaccessible à l'adresse <[uqac.ca/TroisDDD/2definir/2\\_5\\_2cognitivism.pdf](http://uqac.ca/TroisDDD/2definir/2_5_2cognitivism.pdf)>.
- Roegiers, X. (1998). *Les mathématiques à l'école élémentaire. Volume 1. Cadre de référence et contenus mathématiques: les nombres, la numération et les opérations*. Paris/Bruxelles: De Boeck/Larcier.
- Sabourin, A. (1950). La méthodologie de la numération. *Les conférences pédagogiques*, VII(7), 85–101.
- Sasseville, B. (2002, mai). *Qu'est-ce qui pourrait aider les enseignants à utiliser davantage l'ordinateur en classe?* Communication présentée au 70<sup>e</sup> congrès annuel de l'ACFAS. Université Laval, Québec.
- Sharma, M. C. (1993). Place value concept: How children learn it and how to teach it. *Math Notebook*, 10(1–2), 1–23.
- Simard, D. (2001). L'approche par compétences marque-t-elle le naufrage de l'approche culturelle dans l'enseignement? *Vie pédagogique*, 121, 19–23.

- Sloane, H. N., Myers, G. H., Gunn, C. et Mickelsen, V. G. (1989). *Evaluating Educational Software*. New York, NY: Springer-Verlag.
- Spiro, R. J. et Feltovitch, P. J. (1991). Cognitive flexibility, constructivism and hypertext. *Educational Technology*, 31, 24–33.
- Spiro, R. J., Feltovich, P. J., Jacobson, M. J. et Coulson, R. L. (1992). Cognitive flexibility, constructivism, and hypertext: Random access instruction for advanced knowledge acquisition in III-structured domains. In T. M. Duffy et D. H. Jonassen (dir.), *Constructivism and the technology of instruction. A Conversation* (p. 57–75). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Spiro, R. J., et Jehng, J. C. (1990). Cognitive flexibility and hypertext. Theory and technology for the nonlinear and multidimensional traversal of complex subject matter. In D. Nix et R. J. Spiro (dir.), *Cognition, education, and multimedia: Exploring ideas in high technology* (p. 163–205). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Strauven, C. (1991). *Vade-Mecum pédagogique de l'auteur et de l'évaluateur de manuels scolaires*. Liège: Université de Liège, Service de développement et d'évaluation de programmes de formation.
- Tardif, J. (1992). *Pour un enseignement stratégique. L'apport de la psychologie cognitive*. Montréal: Les Éditions Logiques.
- Tardif, J. et Presseau, A. (1998). *Intégrer les nouvelles technologies de l'information: quel cadre pédagogique?* Paris : ESF.
- Trevitt, C. (1995) *Interactive multimedia in university teaching and learning: some pointers to help promote discussion of design criteria*. Communication présentée à la conférence virtuelle du *Computers in University Biological Education (CUBE)*. Liverpool, UK. Document téléaccessible à l'adresse <<http://sres.anu.edu.au/associated/fire/ACFT/mm-cube95.html>>.
- Turcotte, P. (1998). *Élaboration d'une grille d'analyse des conceptions de l'apprentissage sous-jacentes à des sites Internet destinés à l'enseignement des sciences au secondaire*. Mémoire de maîtrise, Université de Sherbrooke, Sherbrooke, Québec.
- Van Hout, G. (1994). *Et que le nombre soit!* Bruxelles: De Boeck Wesmael.
- Varelas, M. et Becker, J. (1997). Children's developing understanding of place value: Semiotic aspects. *Cognition and Instruction*, 15(2), 265–286.

Warusfel, A. (1961). *Les nombres et leurs mystères*. Paris: Éditions du Seuil.

Winn, W. (1992). The assumptions of constructivism and instructional design. In T. M. Duffy et D. H. Jonassen (dir.), *Constructivism and the technology of instruction. A Conversation* (p. 177–182). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.



**ANNEXE A**

**EXEMPLE DU DOCUMENT REMIS  
AUX EXPERTES DE L'APO**

## UNIVERSITÉ DE SHERBROOKE

Dossier présenté aux experts en interactivité

Titre du projet de mémoire :

Élaboration d'une grille d'analyse de matériels didactiques informatisés  
pour l'apprentissage de la numération au premier cycle du primaire

par  
Maryse Beaulieu

Document de travail

Maîtrise en sciences de l'Éducation

Décembre 2002  
© Maryse Beaulieu, 2002

## LA TABLE DES MATIÈRES

PARTIE I: RÉSUMÉ DU PROJET.....	3
PARTIE II: RÉALISATION DES CRITÈRES RELATIFS À L'INTERACTIVITÉ.....	6
<b>Qu'est-ce que l'interactivité?</b> .....	7
<b>Description des diverses parties de la grille</b> .....	8
<b>SECTION A: LA STRUCTURATION DU CONTENU</b> .....	8
A1. L'organisation de l'information.....	8
A2. L'accessibilité de l'information.....	8
A3. Le contrôle de l'information.....	9
<b>SECTION B: L'ASSISTANCE À L'ÉLÈVE</b> .....	10
B1. Assistance fonctionnelle.....	10
B2. Assistance tactique.....	10
B3. Assistance pédagogique–didactique.....	10
PARTIE III: APPRÉCIATION DE LA GRILLE.....	11
<b>Directives concernant l'appréciation de la grille</b> .....	11
Section A.....	12
A1. L'organisation de l'information.....	12
A2. L'accessibilité de l'information.....	13
A3. Le contrôle de l'information.....	14
Section B.....	15
B1. Assistance fonctionnelle.....	15
B2. Assistance tactique.....	15
B3. Assistance pédagogique–didactique.....	17
Questions et commentaires.....	19
RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES .....	20



## PARTIE I

### RÉSUMÉ DU PROJET

Au cours de la dernière décennie, le système scolaire québécois a vécu de nombreux changements dont, le plus connu et le plus récent, la réforme du curriculum scolaire au préscolaire et au primaire (Gouvernement du Québec, 2001b). Parmi les changements proposés dans ce nouveau curriculum, l'approche par compétences est certes celui dont on parle le plus. Par ailleurs, l'intensification de la place des nouvelles technologies de l'information et de la communication (TIC) dans la formation des jeunes, une compétence lui étant attribuée, semble occasionner des problèmes d'application. En effet, malgré les sommes importantes investies pour fournir des équipements aux écoles (Gouvernement du Québec, 2000), le manque de préparation et de formation des enseignants ainsi que le peu de matériel adéquat à utiliser avec les élèves (Gouvernement du Québec, 2001a) sont autant de facteurs qui ralentissent l'intégration des TIC à l'enseignement. Aussi, il est légitime de se demander ce qui est fait ou prévu pour corriger la situation.

Le projet que nous voulons réaliser s'inscrit dans le courant des travaux qui visent à fournir aux enseignants des pistes en vue d'intégrer les outils informatiques à leur enseignement. Plus spécifiquement, nous nous proposons de bâtir une grille d'analyse de matériel didactique informatisé (MDI) afin d'aider les enseignants à mieux situer l'apport de ce matériel éducatif dans leur enseignement. Il existe déjà des grilles générales d'analyse afin d'apprécier le matériel dans son ensemble, comme le fait le *Guide d'évaluation de matériel didactique informatisé* du ministère de l'Éducation (Gouvernement du Québec, 2002), ou encore la grille de Mataigne (1987), ou celle de Rhéhaume (1996), mais puisque, celles-ci sont limitées dans l'information qui peut servir à l'enseignement, nous nous proposons d'en élaborer une qui sera plus spécifique à un contenu d'apprentissage. Pour les fins de notre projet, nous avons prévu développer une grille d'analyse pour aider à situer l'apport des MDI dans l'enseignement et l'apprentissage de la numération. Ce choix repose sur le fait que la numération constitue une notion importante au premier cycle du primaire

(environ 50% du temps d'enseignement) et qu'elle est aussi la base d'autres notions mathématiques, telles les opérations arithmétiques (addition, soustraction, multiplication et division).

D'une part, la grille d'analyse des MDI en numération a été développée en tenant compte, des travaux de recherche sur la numération qui permettent d'identifier les caractéristiques de notre système de numération, les principales difficultés reliées à l'apprentissage de la numération et les pistes en vue d'aider son apprentissage. D'autre part, nous avons aussi examiné le *Programme de formation de l'école québécoise* (Gouvernement du Québec, 2001b) afin que les critères de notre grille reflètent les contenus didactiques touchant la numération qui sont prescrits dans le programme.

Un matériel didactique informatisé est aussi un outil qui offre le potentiel d'établir une interaction avec l'utilisateur, ce que ne peut faire le manuel scolaire. Ainsi, nous tenterons d'intégrer à notre travail des critères qui permettront d'apprécier comment les concepteurs de matériels didactiques informatisés ont tenu compte de l'environnement informatique dont ils disposent. Cet aspect est d'autant plus important que, comme le rappelle le *Programme de formation de l'école québécoise* (Gouvernement du Québec, 2001b), l'élève doit être actif dans ses apprentissages, il doit pouvoir interagir avec d'autres et confronter ses idées. Un MDI peut dans une certaine mesure permettre une interaction et nous voulons cerner dans quelle mesure cela est présent et, surtout, de quelle nature sont ces interactions potentielles.

Ainsi, notre grille se divise en deux grandes parties: une première composée de critères relatifs à la numération et une deuxième composée de critères relatifs à l'interactivité. (Certaines particularités concernant la réalisation de la section que vous aurez à évaluer sont détaillées dans la partie II du présent document.) Après l'élaboration des critères, nous demandons l'avis d'experts de ces deux domaines afin que ceux-ci se prononcent sur les critères relevant de leur spécialité.

C'est à cette étape qu'intervient la participation des experts. Un questionnaire accompagne la tâche d'appréciation de la grille. Ce questionnaire comprend les énoncés (les critères) à juger selon deux échelles de Liekert à quatre niveaux (de 1 à 4), les commentaires généraux et les suggestions d'amélioration. Une fois que nous aurons recueilli tous les questionnaires remplis par les experts, nous



ferons le cumul des résultats. Pour tout énoncé où le degré d'accord est bas entre les experts, nous reprendrons contact avec eux afin de comprendre leur désaccord et, le cas échéant, revoir ces aspects de notre grille d'analyse. Nous invitons bien sûr les experts à écrire tous leurs commentaires (en annexant des feuilles si nécessaire) afin de faciliter notre travail au moment du cumul des résultats, mais surtout pour éclairer nos décisions lors de la mise au point finale des critères.

## POURSUITE DU PROJET APRÈS L'INTERVENTION DES EXPERTS

Une fois que nous aurons mis au point notre grille grâce aux commentaires des experts, nous l'expérimenterons avec cinq matériels didactiques informatisés touchant l'apprentissage de la numération au premier cycle du primaire. Cette expérimentation permettra de mettre à l'épreuve notre outil pour juger de sa fonctionnalité. De plus, cette opération nous reflétera un portrait de la situation pour cinq MDI qui abordent la numération. Et c'est à cette étape que s'arrêtera l'élaboration de notre mémoire.

Cet ensemble d'opérations (élaboration des critères, expertise et mise à l'essai) se veut une démarche rigoureuse pour assurer une certaine validité à la grille d'analyse que nous sommes à mettre au point. Cependant, bien que nous cherchons à être la plus systématique et la plus rigoureuse possible à chacune des opérations prévues, notre grille n'aura pas franchi toutes les étapes de développement qui peuvent assurer sa validité complète et sa fidélité. Toutefois, cette première ébauche aura une validité conceptuelle et permettra à d'autres chercheurs de mener d'autres travaux à partir de celle-ci. De plus, nous espérons modestement que notre outil d'évaluation et d'analyse pourra inspirer les concepteurs de MDI afin de produire du matériel de qualité qui répondra davantage aux exigences du milieu scolaire et du Ministère.



## PARTIE II

### RÉALISATION DES CRITÈRES RELATIFS À L'INTERACTIVITÉ

Le projet de recherche qui vise l'élaboration d'une *grille de matériels didactiques informatisés pour l'apprentissage de la numération au premier cycle du primaire* est guidé par l'objectif général suivant:

**Développer une grille d'analyse qui permette de faire le portrait des matériels didactiques informatisés pour l'enseignement et l'apprentissage de la numération au premier cycle du primaire.**

Le deuxième volet de la grille, qui se centre sur l'interactivité dans les MDI, celui que vous commenterez dans le présent document, veut répondre à l'objectif spécifique suivant:

**Faire ressortir les critères d'analyse d'ordre interactif qui sont en mesure de favoriser l'apprentissage de concepts mathématiques au premier cycle du primaire.**

Afin d'avoir une vue d'ensemble de l'interaction au sein du MDI, nous avons dressé une liste de critères qui visent faire le portrait du matériel au point de vue de l'interactivité. Ce volet de notre outil d'analyse a été créé à la lumière de plusieurs travaux<sup>1</sup> de recherches dont, plus particulièrement, ceux de Rocheleau (2001) et de Fleury (1993). Ces auteurs ont été choisis parce qu'ils ont une vaste expérience dans le domaine de l'interactivité et parce qu'ils ont développé des travaux connexes à notre recherche. Dans son travail, Rocheleau (2001), a élaboré une liste d'indicateurs potentiels pour l'évaluation de produits éducatifs informatisés. Plusieurs d'entre eux ont permis de soutenir l'élaboration de notre grille. Celle-ci reprend également des principes de design élaborés par Fleury (1993) et suggérés aux concepteurs de systèmes multimédias interactifs. Ces principes,

---

<sup>1</sup> Ces travaux sont tous mentionnés à la section « références bibliographiques » (p. 20) de même que tous les autres travaux qui appuient notre recherche.

contrairement aux indicateurs de Rocheleau (2001), ne sont pas repris intégralement, ils sont modifiés afin d'en faire des critères d'évaluation opérationnels.

### Qu'est-ce que l'interactivité?

L'interactivité est un concept souvent confondu avec l'interaction (Jacquinot et Meunier, 1999). L'interaction vient des théories de la communication et suppose un échange d'information entre deux interlocuteurs (personne-personne, personne-machine, personne-animal, etc.) (Brien, Bourdeau et Rocheleau, 1999). « L'interactivité est à la fois le caractère mesurable et le support de cette interaction (dialogue et action) dans un contexte personne-machine. » (*Ibid.*, p.23). Brien et ses collaboratrices, qui adoptent le point de vue des sciences cognitives, soulignent l'importance de la qualité de l'interactivité afin de favoriser l'apprentissage.

Selon Trevitt (1996, dans Brien *et al.*, 1999, p. 24). on détermine la qualité de l'interactivité dans un logiciel d'apprentissage lorsque celle-ci soutient les quatre buts suivants qui sont: « a) l'engagement de l'apprenant: la capacité de capter et maintenir l'intérêt de l'apprenant; b) l'accessibilité à l'information: la capacité à fournir un accès simple et rapide à l'information, et le contrôle de l'information; c) la clarification des informations: la capacité de fournir des explications alternatives et des exemples, la rétroaction; d) la pratique: la capacité à fournir des occasions de pratiquer pour le développement des habiletés ». On constate ici que l'interactivité est un domaine très vaste. Le volet II de la grille d'analyse, présenté ci-dessous, tente de faire un portrait des éléments de l'interactivité qui soutiennent davantage l'apprentissage de concepts mathématiques au premier cycle du primaire, bien qu'il ne soit pas exclu d'utiliser ce volet pour d'autres MDI destinés à l'apprentissage des élève en contexte scolaire.

Ainsi, le volet interactivité de la grille d'analyse se divise en deux sections: *la structuration de l'information* (A) et *l'assistance à l'élève* (B). Chacune de ces deux sections se composent de trois parties qui portent sur des thèmes distincts. Nous ferons ici une brève description des diverses composantes de la grille tout en mentionnent quels sont les auteurs qui les ont inspirés.



## Description des diverses parties de la grille

### SECTION A: LA STRUCTURATION DU CONTENU

Pour faciliter l'aisance de l'apprenant qui entre dans son univers, le MDI doit faire usage d'une certaine structure comme nous l'avons vu plus haut dans les propos de Trevitt (1996, dans Brien *et al.*, 1999). Dans première section (A), nous avons regroupé tous les critères qui concernent la facture générale du matériel, l'architecture, le « confort » de l'apprenant et son autonomie. La première partie, *l'organisation de l'information* (A1), se compose de critères qui font ressortir des éléments de mise en oeuvre de l'organisation du contenu. La deuxième partie, *l'accessibilité de l'information* (A2), s'attarde à définir des critères qui touchent surtout les procédures techniques qui facilitent et rendent aisés l'usage du MDI par l'élève. La troisième partie, *le contrôle de l'information* (A3), regroupe des critères qui font appel à l'autonomie de l'apprenant.

#### A1. L'organisation de l'information

L'organisation de l'information dans un matériel didactique informatisé doit favoriser la construction des associations significatives entre l'information présentée et les connaissances déjà existantes chez l'apprenant. Des stratégies comme des plans de contenu, des résumés de contenu, des titres, des sous-titres, la présentation des objectifs d'apprentissage et des buts visés par la leçon peuvent aider l'élève à repérer les informations pertinentes, à mieux les intégrer et leur donner une signification (Fleury, 1993).

#### A2. L'accessibilité de l'information

L'élève qui utilise un matériel didactique informatisé est en apprentissage des contenus qui sont visés par le matériel et le MDI doit tenir compte de ce fait. À ce titre, il doit éviter les surcharges cognitives et ménager les efforts intellectuels aux endroits stratégiques (Fleury, 1993). La complexité de la navigation doit être réduite et faire en sorte que l'apprenant puisse se concentrer sur les



apprentissages visés. Les procédures de navigations doivent être simples et constantes. La narration, le sons, le texte présenté à l'écran et les images doivent observer certaines règles d'équilibre afin de favoriser l'apprentissage. Les métaphores d'actions (les histoires, les mises en situation, les personnages présentés ou évoqués) ont aussi un rôle à jouer pour favoriser l'apprentissage, elles doivent être diversifiées et plausibles (Rocheleau, 2001). Nombre d'apprenants ont du mal à dissocier l'information du contexte dans lequel elle est insérée (Brown, Collins et Duguid, 1989). Pour cette raison, les métaphores d'actions du MDI doivent être significatives et présenter une certaine cohérence avec le contenu d'apprentissage visé (*Ibid.*, 1989). Les métaphores d'actions qui explorent des mises en situation variées et plusieurs contextes pour les mêmes apprentissages favoriseront chez l'apprenant une certaine flexibilité cognitive (Fleury, 1993). Ce dernier aura la chance de percevoir un même contenu sous différents angles d'observation et ainsi, d'une certaine façon, il pourra « contre-vérifier » les associations sémantiques précédemment construites (Fleury, 1993).

### **A3. Le contrôle de l'information**

Les notions de contrôle de l'information et d'autonomie de fonctionnement de l'élève sont des facteurs particulièrement importants quand on parle de support à l'apprentissage d'un MDI (Giardina, 1992). Richeleau y consacre de nombreux critères et nous en avons repris plusieurs. On parle d'autonomie quand l'élève peut aller à son rythme, reprendre des sections, en passer, lorsqu'il peut régler certaine composante du MDI comme le son, la vitesse, la fréquence des évaluations, etc.

## **SECTION B: L'ASSISTANCE À L'ÉLÈVE**

Les besoins d'assistance varient dans le temps et selon les élèves. C'est pourquoi, le MDI doit être en mesure de fournir de l'assistance pour tous les besoins. Nous avons divisé les procédures d'assistance en trois groupes: l'assistance fonctionnelle (B1), l'assistance tactique (Fleury, 1995) (B2) et l'assistance pédagogique–didactique (B3). Ces trois types d'assistance divisent en trois parties la section B de la grille.

### **B1. Assistance fonctionnelle**

Cette partie met en évidence les aspects fonctionnels du MDI (Fleury, 1995; Rocheleau, 2001). Les procédures qu'on y retrouve dévoilent à l'élève diverses fonctions du MDI comme, par exemple, les procédures de navigation, l'accès au lexique, les fonctions d'aide d'accès à l'information.

### **B2. Assistance tactique**

L'assistance tactique, qui vient de Fleury (1995), regroupe les aspects orientés davantage vers l'apprentissage et les procédures de soutien qui concernent la nature des liens entre les concepts. Cette assistance répond aux interrogations du type: Par où commencer? Quels exercices préalables peuvent être faits avant de débiter telle ou telle section? Quels sont les activités complémentaires à effectuer? L'assistance tactique contient les procédures d'aide relatives à l'apprentissage comme les cartes de situations qui permettent à l'élève de se situer dans le contenu du MDI, les rétroactions et d'autres stratégies tactiques supportantes pour les apprentissages.

### **B3. Assistance pédagogique–didactique**

L'assistance pédagogique–didactique est l'ensemble des procédures mis en place dans le MDI pour supporter et faciliter l'apprentissage de l'élève (Fleury, 1995; Rocheleau, 2001). Les moyens d'évaluation et d'auto–évaluation, les moyens pédagogiques qui favorisent un apprentissage actif comme, par exemple, le questionnement, le sens critique et l'atteinte d'objectifs et de défis personnalisés, etc.

**PARTIE III**  
 APPRÉCIATION DE LA GRILLE D'ANALYSE  
 DE MATÉRIEL DIDACTIQUE INFORMATISÉ (MDI)  
 TOUCHANT LA NUMÉRATION AU PREMIER CYCLE DU PRIMAIRE  
 –VOLET INTERACTIVITÉ–

**Directives concernant l'appréciation de la grille**

- Vous trouverez aux pages 12 à 18 les critères de la grille divisés en deux sections, chacune comportant trois parties.
- Veuillez indiquer par un chiffre de 1 à 4 votre degré d'accord concernant la CLARTÉ et la PERTINENCE pour chacun des critères. Voici la légende:
  - 1 : Fortement en désaccord
  - 2 : En désaccord
  - 3 : En accord
  - 4 : Fortement en accord

Ainsi, nous souhaitons que vous vous prononciez sur la façon dont sont formulés les critères de la grille (clarté de l'énoncé) et sur leur pertinence quant à notre recherche et aux objectifs que la grille poursuit.

**EXEMPLE**

CRITÈRES	CLARTÉ				PERTINENCE				COMMENTAIRES
A1.1 Les activités sont divisées en segments portant sur un thème particulier et/ou gravitant autour d'idées connexes.	1	2	3	4	1	2	3	4	
		X						X	

- ✓ La marque dans la case 2 de la colonne CLARTÉ signifie que la personne qui évalue le critère est en **désaccord** avec le fait que la formulation de ce critère soit compréhensible.
- ✓ La marque dans la case 4 de la colonne PERTINENCE signifie que la personne est **fortement en accord** avec la pertinence de ce critère en regard de l'objectif de recherche que poursuit la grille.
- Commentaires

Dès que vous le jugez nécessaire, nous vous invitons à donner, dans l'espace prévu à cette fin, vos commentaires afin d'éclairer nos décisions lors de la compilation finale des résultats. Nous vous invitons également à répondre à d'autres questions d'ordre plus général à la suite de votre appréciation (voir page 19).

*Merci de votre collaboration! Sachez qu'elle est très importante pour la poursuite de nos travaux.*



## Grille d'analyse de l'interactivité des MDI

Légende      1 : Fortement en désaccord  
                  2 : En désaccord  
                  3 : En accord  
                  4 : Fortement en accord

### Section A: LA STRUCTURATION DU CONTENU

#### A1. L'organisation de l'information

CRITÈRES                                      CLARTÉ      PERTINENCE      COMMENTAIRES

<i>A1. L'organisation de l'information</i>							
A1.1 Les activités sont divisées en segments portant sur un thème particulier et/ou gravitant autour d'idées connexes. (Fleury)	1	2	3	4	1	2	3 4
A1.2 Le MDI fait usage de titres. (Fleury)	1	2	3	4	1	2	3 4
A1.3 Le MDI fait usage de sous-titres. (Fleury)	1	2	3	4	1	2	3 4
A1.4 Le MDI fait usage de résumés de contenu. (Fleury)	1	2	3	4	1	2	3 4
A1.5 Le MDI fait usage d'un plan de contenu. (Fleury)	1	2	3	4	1	2	3 4
A1.6 Les objectifs d'apprentissage sont présentés à l'élève dès le début des activités. (Richeleau)	1	2	3	4	1	2	3 4
A1.7 Le niveau de langage des objectifs précisés est adapté à l'élève. (Richeleau)	1	2	3	4	1	2	3 4
A1.8 Les objectifs d'apprentissage sont numérotés hiérarchiquement <b>ou</b> sont présentés dans une structure signifiante pour l'élève. (Richeleau)	1	2	3	4	1	2	3 4
A1.9 Le MDI annonce les objectifs d'apprentissage visés dans chacune des sections. (Fleury, Richeleau)	1	2	3	4	1	2	3 4

## A2. L'accessibilité de l'information

CRITÈRES	CLARTÉ				PERTINENCE				COMMENTAIRES
<b>A2. L'accessibilité de l'information</b>									
A2.1 Les consignes de navigation sont présentées dès le début du MDI. (Richeleau)	1	2	3	4	1	2	3	4	
A2.2 Les procédures de navigation sont complètes et claires. (Fleury)	1	2	3	4	1	2	3	4	
A2.3 Les procédures de navigation sont simples et minimales. (Richeleau)	1	2	3	4	1	2	3	4	
A2.4 Les procédures de navigation sont constantes. (Richeleau)	1	2	3	4	1	2	3	4	
A2.5 Les icônes utilisées sont représentatives des fonctions qu'elles illustrent. (Richeleau)	1	2	3	4	1	2	3	4	
A2.6 Les graphiques et les illustrations sont signifiants et présentent des informations qui servent à soutenir le propos. (Richeleau)	1	2	3	4	1	2	3	4	
A2.7 Les textes à l'écran ne représentent pas plus du quart de la superficie de la page-écran. (Richeleau)	1	2	3	4	1	2	3	4	
A2.8 Les espaces libres de la page-écran représentent au moins le quart de la superficie totale de la page-écran. (Richeleau)	1	2	3	4	1	2	3	4	
A2.9 Le volume du son est contrôlable. (Richeleau)	1	2	3	4	1	2	3	4	
A2.10 Les animations sont pertinentes par rapport au contenu. (Richeleau)	1	2	3	4	1	2	3	4	
A2.11 L'information est placée dans des contextes et des situations réalistes. (Fleury)	1	2	3	4	1	2	3	4	
A2.12 Les métaphores d'action les histoires utilisées du MDI sont réalistes. (Richeleau)	1	2	3	4	1	2	3	4	
A2.13 Le MDI utilise des métaphores familières à l'élève pour la transmission des contenus d'apprentissage. (Fleury)	1	2	3	4	1	2	3	4	
A2.14 Le MDI utilise des métaphores familières à l'élève pour conception de l'interface. (Fleury)	1	2	3	4	1	2	3	4	

### A3. Le contrôle de l'information

CRITÈRES	CLARTÉ	PERTINENCE	COMMENTAIRES
<b>A3. Le contrôle de l'information</b>			
A3.1 Il est possible de régler la vitesse des présentations. (Richeleau)	1 2 3 4	1 2 3 4	
A3.2 Il est possible d'interrompre les activités d'apprentissage ou les présentations de contenus. (Richeleau)	1 2 3 4	1 2 3 4	
A3.3 Il est possible de contrôler le rythme des évaluations. (Richeleau)	1 2 3 4	1 2 3 4	
A3.4 Il est possible d'accéder au menu principal en tout temps. (Richeleau)	1 2 3 4	1 2 3 4	
A3.5 Il est possible de quitter en tout temps. (Richeleau)	1 2 3 4	1 2 3 4	
A3.6 Il est possible de placer des signets en quittant. (Richeleau)	1 2 3 4	1 2 3 4	
A3.7 L'élève peut passer certaine parties du MDI. (Richeleau)	1 2 3 4	1 2 3 4	
A3.8 L'élève peut refaire des parties d'activités quand il le souhaite. (Richeleau)	1 2 3 4	1 2 3 4	
A3.9 L'élève peut changer l'ordre de présentation. (Richeleau)	1 2 3 4	1 2 3 4	
A3.10 L'élève peut décider du moment où il entreprendra une activité d'auto-évaluation de ses apprentissages. (Richeleau)	1 2 3 4	1 2 3 4	
A3.11 L'élève peut refaire toute activité d'auto-évaluation en tout temps. (Richeleau)	1 2 3 4	1 2 3 4	



Légende      1 : Fortement en désaccord  
                   2 : En désaccord  
                   3 : En accord  
                   4 : Fortement en accord

## SECTION B: L'ASSISTANCE À L'ÉLÈVE

### B1. L'assistance fonctionnelle

CRITÈRES	CLARTÉ	PERTINENCE	COMMENTAIRES
<b><i>B1. Assistance fonctionnelle</i></b>			
B1.1 Des procédures de soutien touchant la sélection de l'information (séquence, saut, sortie, etc.) sont présentes et accessibles en tout temps. (Fleury; Richeleau)	1   2   3   4	1   2   3   4	
B1.2 Le MDI prévoit l'accès à un lexique en tout temps.	1   2   3   4	1   2   3   4	
B1.3 Le MDI prévoit des fonctions d'aide à la navigation accessibles aisément.	1   2   3   4	1   2   3   4	
B1.4 Le MDI intègre d'autres type de fonctions d'assistance fonctionnelle.	1   2   3   4	1   2   3   4	

### B2. L'assistance tactique

CRITÈRES	CLARTÉ	PERTINENCE	COMMENTAIRES
<b><i>B2. Assistance tactique</i></b>			
<i>Le plan</i>			
B2.1 Il est facile de se repérer dans le MDI. (Richeleau)	1   2   3   4	1   2   3   4	
B2.2 Un plan du MDI est disponible en tout temps ou à partir du menu principal. (Richeleau)	1   2   3   4	1   2   3   4	
B2.3 Le MDI offre des « cartes » illustrant les interrelations entre les contenus d'apprentissage. (Fleury)	1   2   3   4	1   2   3   4	
B2.4 Il est possible en tout temps de reconnaître le chemin parcouru et celui à parcourir. (Richeleau)	1   2   3   4	1   2   3   4	
B2.5 Le MDI fournit une carte de déplacements où l'élève peut voir son cheminement. (Beaulieu)	1   2   3   4	1   2   3   4	
<i>Les rétroactions</i>			
B2.6 Le MDI offre des rétroactions de type encouragement (Fleury) qui tentent de motiver l'engagement de l'élève (Tardif).	1   2   3   4	1   2   3   4	

B2.7 Le MDI offre des rétroactions de type encouragement (Fleury) qui tentent de motiver l'élève pour sa participation (Tardif).			
B2.8 Le MDI offre des rétroactions de type encouragement (Fleury) qui saluent la persistance de l'élève (Tardif).			
B2.9 Le MDI offre des rétroactions d'invitations à explorer d'autres aspects ou d'autres activités. (Beaulieu)	1 2 3 4	1 2 3 4	
B2.10 Le MDI offre des rétroactions de mise en garde constructive. (Fleury, Richeleau)	1 2 3 4	1 2 3 4	
B2.11 Le MDI évite d'accorder des rétroactions à des aspects secondaires au contenu d'apprentissage ciblé. (Fleury)	1 2 3 4	1 2 3 4	
<i>Autres mesures tactiques</i>			
B2.12 Le MDI utilise des stratégies afin de d'orienter l'attention de l'élève sur les contenus d'apprentissage majeurs (vidéoinversée, changement de couleur, changement de police de caractères, utilisation de flèches, etc.). (Fleury)	1 2 3 4	1 2 3 4	
B2.13 Le MDI utilise ces stratégies (critère précédent) de façon constante dans toutes ses sections. (Richeleau)	1 2 3 4	1 2 3 4	
B2.14 Les éléments de contenu préalables sont clairement identifiés et présentés à l'élève dès le début des activités. (Richeleau)	1 2 3 4	1 2 3 4	
B2.15 Si l'élève ne possède pas les éléments de contenu préalables, des activités de mise à niveau sont disponibles. (Richeleau)	1 2 3 4	1 2 3 4	
B2.16 Le MDI offre des questions pertinentes au cheminement accompli de l'élève, ainsi, l'élève s'assure de la compréhension qu'il a du contenu abordé. (Beaulieu)	1 2 3 4	1 2 3 4	
B2.17 Des procédures de soutien de type activités complémentaires (aide, glossaire, aide en ligne, etc.) sont présentes et accessibles en tout temps. (Fleury, Richeleau)	1 2 3 4	1 2 3 4	
B2.18 Le MDI encourage l'élève, s'il y a lieu, à faire des lectures complémentaires relatives au contenu d'apprentissage ciblé. (Fleury)	1 2 3 4	1 2 3 4	
B2.19 Le MDI suggère à l'occasion des activités encore inexplorées de l'élève. (Beaulieu)	1 2 3 4	1 2 3 4	
B2.20 Le MDI montre les mêmes contenus d'apprentissage dans différents contextes. (Fleury)	1 2 3 4	1 2 3 4	



### B3. Assistance pédagogique–didactique

CRITÈRES	CLARTÉ	PERTINENCE	COMMENTAIRES
<b>B3. Assistance pédagogique–didactique</b>			
<i>Évaluation et auto-évaluation</i>			
B3.1 Le MDI fournit des moyens de pré-évaluation pour que l'élève vérifie ses connaissances préalables face aux objectifs d'apprentissages visés. (Richeleau)	1 2 3 4	1 2 3 4	
B3.2 Le MDI fournit à l'élève des moyens d'évaluation des apprentissages visés. (Fleury; Richeleau)	1 2 3 4	1 2 3 4	
B3.3 Les moyens d'évaluation renseignent l'élève sur ses connaissances et ses compétences. (Richeleau)	1 2 3 4	1 2 3 4	
B3.4 L'élève est informé des résultats des évaluations. (Richeleau)	1 2 3 4	1 2 3 4	
B3.5 L'élève a la possibilité d'auto-évaluer ses propres performances. (Beaulieu)	1 2 3 4	1 2 3 4	
B3.6 L'élève a la possibilité d'auto-évaluer ses objectifs d'apprentissage personnels. (Beaulieu)	1 2 3 4	1 2 3 4	
<i>Autres moyens pédagogiques</i>			
B3.7 Il est possible pour l'élève de se fixer ses propres objectifs d'apprentissage et d'en préciser les conditions de réalisation. (Richeleau)	1 2 3 4	1 2 3 4	
B3.8 L'élève est invité à réaliser des défis personnalisés. (Richeleau)	1 2 3 4	1 2 3 4	
B3.9 L'élève est invité à soulever ses propres questions face aux apprentissages visés. (Richeleau)	1 2 3 4	1 2 3 4	
B3.10 Le MDI encourage l'élève à faire sa propre formulation d'hypothèse sur une expérience future. (Fleury)	1 2 3 4	1 2 3 4	
B3.11 L'élève peut être invité à se questionner sur les stratégies qu'il a utilisées lors d'une activité. (Beaulieu, MEQ)	1 2 3 4	1 2 3 4	
B3.12 Le MDI soulève des questions qui soutiennent l'élève dans l'approfondissement des contenus d'apprentissage. (Beaulieu)	1 2 3 4	1 2 3 4	
B3.13 Certains outils permettent à l'élève de réorganiser de façon cohérente le contenu d'apprentissage et ce dans divers contextes (exemple: faire la confection de schémas ou de figure ) (Richeleau, MEQ)	1 2 3 4	1 2 3 4	



B3.14 Les activités d'apprentissage favorisent la résolution de situation–problèmes. (Richeleau)	1	2	3	4	1	2	3	4	
B3.15 Les activités d'apprentissage favorisent l'étude de cas. (Richeleau)	1	2	3	4	1	2	3	4	
B3.16 Les activités d'apprentissage favorisent l'organisation. (Richeleau)	1	2	3	4	1	2	3	4	
B3.17 Les activités d'apprentissage favorisent la consultation/communication. (Richeleau)	1	2	3	4	1	2	3	4	
B3.18 Les activités d'apprentissage favorisent la production d'information. (Richeleau)	1	2	3	4	1	2	3	4	
B3.19 L'élève est amené à distinguer les différentes formes de connaissances qu'il développe: déclaratives, procédurales ou conditionnelles. (Tardif)	1	2	3	4	1	2	3	4	

- Merci de votre collaboration!*

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Astolfi, J.-P., Darot, E., Ginsburger-Vogel, Y. et Toussaint, J. (1997). *Pratiques de formation en didactique des sciences*. Bruxelles: De Boeck.
- Baruk, S. (1997). *Comptes pour petits et grands*. Paris: Éditions Magnard.
- Bednarz, N. (1991). Interactions sociales et construction d'un système d'écriture des nombres en classe primaire. In C. Garnier, N. Bednarz et I. Ulanovskaya, *Après Vygotski et Piaget: perspectives sociale et constructiviste. Écoles russe et occidentale* (p. 51-67). Bruxelles: De Boeck Wesmael.
- Bednarz, N. et Dufour-Janvier, B. (1986). Une étude des conceptions inappropriées développées par les enfants dans l'apprentissage de la numération au primaire. *European Journal of Psychology of Education*, 1(2), 17-33.
- Bednarz, N. et Janvier, B. (1984a). La numération: les difficultés suscitées par son apprentissage. *Revue Grand N*, 33, 5-31.
- Bednarz, N., et Janvier, B. (1984b). La numération: une stratégie didactique cherchant à favoriser une meilleure compréhension. *Revue Grand N*, 34, 5-17.
- Bertoletti, M. C. et Dahlet, P. (1984). Manuels et matériels scolaires pour l'apprentissage du F.L.S. *Le français dans le monde*, 186, 43-48.
- Brissiaud, R. (1989). *Comment les enfants apprennent à calculer. Au-delà de Piaget et de la théorie des ensembles*. Paris: Éditions Retz.
- Brien, R., J. Bourdeau et Rocheleau, J. (1999). L'interactivité dans l'apprentissage: la perspective des sciences cognitives. *Revue des sciences de l'Éducation*, XXV(1), 17-34.
- Brossard, L. (2000). Maintenir le cap sur les finalités: Entrevue avec Michel Develay. *Vie pédagogique*, 117, 5-9.
- Brown, J.S., Collins, A., Duguid, P. (1989). Situated cognition and the culture of learning. *Educational Researcher*, 18(1), 32-42.
- Brunswic, E. et Valérien, J. (1995). *Planification du développement des manuels scolaires*. Paris: UNESCO.
- Cajori, F. (1928) A history of mathematical notations (Vol. 1 – Notations in elementary mathematics). Chicago: Paquin Printers.
- Chaput, N. (1998). *Essai de construction d'une grille pour l'analyse de matériels éducatifs informatisés destinés à l'apprentissage et à l'enseignement du concept de nombre naturel*. Mémoire de maîtrise, Université de Sherbrooke, Sherbrooke, Québec.
- Conférence des recteurs et des principaux des universités du Québec. (1996). *Rapport sur le développement des NTIC dans le réseau universitaire québécois*. Montréal: CRÉPUQ.
- Conseil supérieur de l'éducation. (2000). *Rapport annuel 1999-2000 sur l'état et les besoins de l'éducation. Éducation et nouvelles technologies: pour une intégration réussie dans l'enseignement et l'apprentissage*. Québec: Les Publications du Québec.



- Conseil supérieur de l'éducation. (1994). *Rapport annuel 1993–1994 sur l'état et les besoins de l'éducation. Les nouvelles technologies de l'information et de la communication: des engagements pressants*. Québec: Les Publications du Québec.
- Corbo C. (2001). Les enjeux essentiels d'une réforme scolaire annoncée. *Vie pédagogique*, 121, 6–9.
- Cox, L. S. (1975). Diagnosing and remediating systematic errors in addition and subtraction computations. *The Arithmetic Teacher*, 22(2), 151–157.
- Dorgan, K. (1994). What textbooks offer for instruction in fraction concepts. *Teaching Children Mathematics*, novembre 1994, 150–155.
- Depover, C. (1994). Problématique et spécificité de l'évaluation des dispositifs de formation multimédias. *Éducatotechnologique*, Document téléaccessible à l'adresse URL: <[http://www.fse.ulaval.ca/fac/ten/reveduc/html/vol1/vol1\\_no3.html](http://www.fse.ulaval.ca/fac/ten/reveduc/html/vol1/vol1_no3.html)>
- Dubois, C., Fénichel, M. et Pauvert, M. (1993). *Se former pour enseigner les mathématiques. Tome 3*. Paris: Armand Colin.
- Dupuis, F. (2001). *Matériel pour l'utilisation d'Internet dans un environnement d'apprentissage coopératif*. Essai de maîtrise, Université de Sherbrooke, Sherbrooke, Québec.
- Fayol, M. (1990). *L'enfant et le nombre. Du comptage à la résolution de problèmes*. Neuchâtel Paris: Delachaux et Niestlé.
- Fleury, M. (1994). Implications de certains principes de design pour le concepteur de systèmes multimédias interactifs. *Éducatotechnologique*, 1(3). Document téléaccessible à l'adresse URL: <[http://www.fse.ulaval.ca/fac/ten/reveduc/html/vol1/vol1\\_no3.html](http://www.fse.ulaval.ca/fac/ten/reveduc/html/vol1/vol1_no3.html)>.
- Francoeur, P. (2002). Dans le sillage de la réforme scolaire, repositionner les moyens d'enseignement. *Vie pédagogique*, 124, 42–45.
- Fuson, C. K. (1991). Relations entre comptage et cardinalité chez les enfants de 2 à 8 ans. In J. Bideaud, C. Meljac et J. P. Fisher (dir.), *Les chemins du nombre* (p.351–374). Lille: Presses universitaires de Lille.
- Fuson, C. K. et Kwon Y. (1991). Systèmes de mots–nombres et autres outils culturels: effets sur les premiers calculs de l'enfant. In J. Bideaud, C. Meljac et J.P. Fisher (dir.), *Les chemins du nombre* (p.351–374). Lille: Presses universitaires de Lille.
- Gauthier, B. (dir.). (1997). *Recherche sociale: de la problématique à la recherche de données*. (3<sup>e</sup> éd.) Sainte-Foy: Presses de l'Université du Québec.
- Giardina, M. (1992). L'interactivité dans un environnement multimédia. *Revue des sciences de l'Éducation*, XVIII(1), 43–66.
- Giardina, M. et Laurier, M. (1999). Modélisation de l'apprenant et interactivité. *Revue des sciences de l'Éducation*, XXV(1), 35–59.
- Giroux, J. et Lemoyne G. (1998). Coordination of knowledge of numeration and arithmetic operations on first grade students. *Educational Studies in Mathematics*, 35, 283–301.
- Gouvernement du Québec. (2002). *Guide d'évaluation de matériel didactique informatisé*. Québec: Ministère de l'Éducation.

- Gouvernement du Québec. (2001a). *Analyse des besoins en contenus numériques dans le milieu scolaire québécois*. Québec: Direction des ressources didactiques du ministère de l'Éducation et Direction de l'autoroute de l'information.
- Gouvernement du Québec. (2001b). *Programme de formation de l'école québécoise: éducation préscolaire, enseignement primaire*. Québec: Ministère de l'Éducation.
- Gouvernement du Québec. (2000). *RÉCIT, Actualisation du réseau des CEMIS: Orientations ministérielles*. Québec: Ministère de l'éducation. Document téléaccessible à l'adresse URL: <<http://www.meq.gouv.qc.ca/drd/tic/recit.html>>.
- Gouvernement du Québec. (1997a). *Réaffirmer l'école: Rapport du Groupe de travail sur la réforme du curriculum*. Québec: Ministère de l'Éducation.
- Gouvernement du Québec. (1997b). *L'école tout un programme: Énoncé de politique éducative*. Québec: Ministère de l'Éducation.
- Gouvernement du Québec. (1996a). *Les États généraux sur l'éducation 1995–1996: Exposé de la situation*. Québec: Ministère de l'Éducation.
- Gouvernement du Québec. (1996b). *Les technologies de l'information et de la communication en éducation: Plan d'intervention*. Québec: Ministère de l'Éducation.
- Gouvernement du Québec. (1994). *Préparer les jeunes au 21<sup>e</sup> siècle*. Québec: Ministère de l'Éducation.
- Gouvernement du Québec. (1989). *Grille d'évaluation de didacticiels*. Québec: Ministère de l'Éducation.
- Ifrah, G. (1994). *Histoire universelle des chiffres. (Vol. 1)*. Paris: Éditions Robert Laffont (1<sup>re</sup> éd. 1981).
- Jacquinot, G. (1997). Entretien avec Geneviève Jacquinot. In Meunier, C. *Points de vue sur le multimédia interactif en éducation: entretiens avec 13 spécialistes européens et nord-américains*, (p. 75–94). Montréal: Chenelière/McGraw-Hill.
- Jacquinot, G. et C. Meunier. (1999). L'interactivité au service de l'apprentissage. *Revue des sciences de l'Éducation*, XXV(1), 3–15.
- Jones, G. A. et Thornton, C. A. (1993). Children's understanding of place value: a framework for curriculum development and assessment. *Research in Review*, 48(5), 12–18.
- Kamii, C. (1990). *Les jeunes enfants réinventent l'arithmétique*. (Trad. S. Montandon). Berne: Peter Lang.
- Laberge, C. (2002). Les TIC à l'école... 5 ans plus tard: et après? *Bulletin FSE*, mai–juin 2002, 6–7. Document téléaccessible à l'adresse URL: <<http://www.ceq.qc.ca/bullefse/mai02/tdm.htm>>.
- Laurent, P. (1989). *Grille d'évaluation formative de didacticiels. Version 1.0*. Québec: Ministère de l'Éducation. DRD–89–0160
- Lefrançois, R. (1992). *Stratégies de recherche en sciences sociales: Applications à la gérontologie*. Montréal: Presses de l'Université de Montréal.
- Mataigne, B. (1987). *L'évaluation des didacticiels*. Québec: Publication québécoise.



- Mayer, R. et Ouellet, F. (1991). *Méthodologie de recherche pour les intervenants sociaux*. Boucherville: Gaëtan Morin Éditeur.
- Mayer, R. E., Sims, V. K. et Tajika, H. (1995). A comparison of how textbooks teach mathematical problem solving in Japan and the United States. *American Educational Research Journal*, 32(2), 443–452.
- Mayer, L. A., Crummey, L. et Greer, E.A. (1988). Elementary science textbooks: Their contents, text characteristics, and comprehensibility. *Journal of Research in Science Teaching*, 25(6), 435–463.
- Meunier, C. (1997). *Points de vue sur le multimédia interactif en éducation: entretiens avec 13 spécialistes européens et nord-américains*. Montréal: Chenelière/McGraw-Hill.
- Migneault, R. (2002). Le manuel scolaire et la pédagogie différenciée. *Vie pédagogique*, 124, 13–16.
- Monette, M. (2002). Le matériel didactique de base: Faut-il en faire une histoire? *Vie pédagogique*, 124, 17–19.
- Ouellet, A. (1981). *Processus de recherche: Une approche systématique*. Sillery: Presses de l'Université du Québec.
- Perret, J.-F. (1985). *Comprendre l'écriture des nombres*. Berne: Peter Lang.
- Poirier, L. (2001). Enseigner les maths au primaire: Notes didactiques. Saint-Laurent: Éditions du Renouveau pédagogique.
- Rhéhaume, J. (1996). *Méthode pratique d'analyse de logiciels éducatifs*. Document téléaccessible à l'adresse URL: <<http://www.fse.ulaval.ca/fac/ten/cours/html/methanal.html>>.
- Richaudeau, F. (1979). *Éléments pour un examen critique des manuels scolaires*. Paris: UNESCO.
- Rocheleau, J. (2001). *Indicateurs potentiels pour l'évaluation des produits éducatifs*. Document de travail. Université du Québec à Chicoutimi. Document téléaccessible à l'adresse URL: <<http://www.cjonquiere.qc.ca/maitrisentic/Documents%20globaux/IndicPEv2.pdf>>.
- Roegiers, X. (1998). *Les mathématiques à l'école élémentaire (Vol. 1 – Cadre de référence et contenus mathématiques: les nombres, la numération et les opérations)*. Paris Bruxelles: De Boeck et Larcier.
- Sabourin, A. (1950). La méthodologie de la numération. *Les conférences pédagogiques*, VII(7), 85–101.
- Sasseville, B. (2002, mai). *Qu'est-ce qui pourrait aider les enseignants à utiliser davantage l'ordinateur en classe?* Communication présentée au 70<sup>e</sup> congrès annuel de l'ACFAS. Université Laval, Québec.
- Sharma, M. C. (1993). Place value concept: How children learn it and how to teach it. *Math Notebook*, 10(1–2), 1–23.
- Simard, D. (2001). L'approche par compétences marque-t-elle le naufrage de l'approche culturelle dans l'enseignement? *Vie pédagogique*, 121, 19–23.
- Sloane, H. N., Myers, G. H., Gunn, C. et Mickelsen, V. G. (1989). *Evaluating Educational Software*. New York: Springer-Verlag.
- Strauven, C. (1991). *Vade-Mecum pédagogique de l'auteur et de l'évaluateur de manuels scolaires*. Liège: Université de Liège, Service de développement et d'évaluation de programmes de formation.
- Tardif, J. (1992). *Pour un enseignement stratégique. L'apport de la psychologie cognitive*. Montréal: Éditions Logiques.



- Tardif, J. et Presseau, A. (1998). *Intégrer les nouvelles technologies de l'information : quel cadre pédagogique?* Paris : ESF.
- Trevitt, C. (1996). Interactive multimedia in university teaching and learning: Some pointers to help promote discussion of design criteria. Document téléaccessible à l'adresse URL: <<http://sres.anu.edu.au/associated/fire/ACFT/mm-cube95.html>>
- Van Hout, G. (1994). *Et que le nombre soit!* Bruxelles: De Boeck Wesmael.
- Varelas, M. et Becker, J. (1997). Children's developing understanding of place value: Semiotic aspects. *Cognition and Instruction*, 15(2), 265–286.
- Warusfel, A. (1961). *Les nombres et leurs mystères*. Paris: Éditions du Seuil.

## **ANNEXE B**

### **EXEMPLE DU DOCUMENT REMIS AUX EXPERTES EN DIDACTIQUE DES MATHÉMATIQUES**

## UNIVERSITÉ DE SHERBROOKE

### Dossier présenté aux experts en numération

Titre du projet de mémoire :

Élaboration d'une grille d'analyse de matériels didactiques informatisés  
pour l'apprentissage de la numération au premier cycle du primaire

par  
Maryse Beaulieu

Document de travail

Maîtrise en sciences de l'Éducation

Novembre 2002  
© Maryse Beaulieu, 2002



## LA TABLE DES MATIÈRES

PARTIE I: RÉSUMÉ DU PROJET.....	3
PARTIE II: RÉALISATION DES CRITÈRES RELATIFS À LA NUMÉRATION.....	6
<b>Description des thèmes de la grille.....</b>	<b>7</b>
A. <i>Matériel de groupement et de regroupement.....</i>	<i>7</i>
B. <i>Nombres et numération.....</i>	<i>7</i>
C. <i>Numération et opérations.....</i>	<i>8</i>
D. <i>Désignations orales et écrites.....</i>	<i>8</i>
E. <i>Culture, société et numération.....</i>	<i>8</i>
PARTIE III: APPRÉCIATION DE LA GRILLE.....	10
<b>Directives concernant l'appréciation de la grille.....</b>	<b>10</b>
Section A.....	11
Section B.....	12
Section C.....	13
Section D.....	14
Section E.....	15
Questions et commentaires.....	16
RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES .....	16

## PARTIE I

### RÉSUMÉ DU PROJET

Au cours de la dernière décennie, le système scolaire québécois a vécu de nombreux changements dont, le plus connu et le plus récent, la réforme du curriculum scolaire au préscolaire et au primaire (Gouvernement du Québec, 2001b). Parmi les changements proposés dans ce nouveau curriculum, l'approche par compétences est certes celui dont on parle le plus. Par ailleurs, l'intensification de la place des nouvelles technologies de l'information et de la communication (TIC) dans la formation des jeunes, une compétence lui étant attribuée, semble occasionner des problèmes d'application. En effet, malgré les sommes importantes investies pour fournir des équipements aux écoles (Gouvernement du Québec, 2000), le manque de préparation et de formation des enseignants ainsi que le peu de matériel adéquat à utiliser avec les élèves (Gouvernement du Québec, 2001a) sont autant de facteurs qui ralentissent l'intégration des TIC à l'enseignement. Aussi, il est légitime de se demander ce qui est fait ou prévu pour corriger la situation.

Le projet que nous voulons réaliser s'inscrit dans le courant des travaux qui visent à fournir aux enseignants des pistes en vue d'intégrer les outils informatiques à leur enseignement. Plus spécifiquement, nous nous proposons de bâtir une grille d'analyse de matériel didactique informatisé (MDI) afin d'aider les enseignants à mieux situer l'apport de ce matériel éducatif dans leur enseignement. Il existe déjà des grilles générales d'analyse afin d'apprécier le matériel dans son ensemble, comme le fait le *Guide d'évaluation de matériel didactique informatisé* du ministère de l'Éducation (Gouvernement du Québec, 2002), ou encore la grille de Mataigne (1987), ou celle de Rhéhaume (1996), mais puisque, celles-ci sont limitées dans l'information qui peut servir à l'enseignement, nous nous proposons d'en élaborer une qui sera plus spécifique à un contenu d'apprentissage. Pour les fins de notre projet, nous avons prévu développer une grille d'analyse pour aider à situer l'apport des MDI dans l'enseignement et l'apprentissage de la numération. Ce choix repose sur le fait que la numération constitue une notion importante au premier cycle du primaire (environ 50% du temps d'enseignement) et qu'elle est aussi la base d'autres notions mathématiques, telles les opérations arithmétiques (addition, soustraction, multiplication et division).



D'une part, la grille d'analyse des MDI en numération a été développée en tenant compte, des travaux de recherche sur la numération qui permettent d'identifier les caractéristiques de notre système de numération, les principales difficultés reliées à l'apprentissage de la numération et les pistes en vue d'aider son apprentissage. D'autre part, nous avons aussi examiné le *Programme de formation de l'école québécoise* (Gouvernement du Québec, 2001b) afin que les critères de notre grille reflètent les contenus didactiques touchant la numération qui sont prescrits dans le programme.

Un matériel didactique informatisé est aussi un outil qui offre le potentiel d'établir une interaction avec l'utilisateur, ce que ne peut faire le manuel scolaire. Ainsi, nous tenterons d'intégrer à notre travail des critères qui permettront d'apprécier comment les concepteurs de matériels didactiques informatisés ont tenu compte de l'environnement informatique dont ils disposent. Cet aspect est d'autant plus important que, comme le rappelle le *Programme de formation de l'école québécoise* (Gouvernement du Québec, 2001b), l'élève doit être actif dans ses apprentissages, il doit pouvoir interagir avec d'autres et confronter ses idées. Un MDI peut dans une certaine mesure permettre une interaction et nous voulons cerner dans quelle mesure cela est présent et, surtout, de quelle nature sont ces interactions potentielles.

Ainsi, notre grille se divise en deux grandes parties: une première composée de critères relatifs à la numération et une deuxième composée de critères relatifs à l'interactivité. (Certaines particularités concernant la réalisation de la section que vous aurez à évaluer sont détaillées dans la partie II du présent document.) Après l'élaboration des critères, nous demandons l'avis d'experts de ces deux domaines afin que ceux-ci se prononcent sur les critères relevant de leur spécialité.

C'est à cette étape qu'intervient la participation des experts. Un questionnaire accompagne la tâche d'appréciation de la grille. Ce questionnaire comprend les énoncés (les critères) à juger selon deux échelles de Likert à quatre niveaux (de 1 à 4), les commentaires généraux et les suggestions d'amélioration. Une fois que nous aurons recueilli tous les questionnaires remplis par les experts, nous ferons le cumul des résultats. Pour tout énoncé où le degré d'accord est bas entre les experts, nous reprendrons contact avec eux afin de comprendre leur désaccord et, le cas échéant, revoir ces aspects



de notre grille d'analyse. Nous invitons bien sûr les experts à écrire tous leurs commentaires (en annexant des feuilles si nécessaire) afin de faciliter notre travail au moment du cumul des résultats, mais surtout pour éclairer nos décisions lors de la mise au point finale des critères.

## POURSUITE DU PROJET APRÈS L'INTERVENTION DES EXPERTS

Une fois que nous aurons mis au point notre grille grâce aux commentaires des experts, nous l'expérimenterons avec cinq matériels didactiques informatisés touchant l'apprentissage de la numération au premier cycle du primaire. Cette expérimentation permettra de mettre à l'épreuve notre outil pour juger de sa fonctionnalité. De plus, cette opération nous reflétera un portrait de la situation pour cinq MDI qui abordent la numération. Et c'est à cette étape que s'arrêtera l'élaboration de notre mémoire.

Cet ensemble d'opérations (élaboration des critères, expertise et mise à l'essai) se veut une démarche rigoureuse pour assurer une certaine validité à la grille d'analyse que nous sommes à mettre au point. Cependant, bien que nous cherchons à être la plus systématique et la plus rigoureuse possible à chacune des opérations prévues, notre grille n'aura pas franchi toutes les étapes de développement qui peuvent assurer sa validité complète et sa fidélité. Toutefois, cette première ébauche aura une validité conceptuelle et permettra à d'autres chercheurs de mener d'autres travaux à partir de celle-ci. De plus, nous espérons modestement que notre outil d'évaluation et d'analyse pourra inspirer les concepteurs de MDI afin de produire du matériel de qualité qui répondra davantage aux exigences du milieu scolaire et du ministère.

## PARTIE II

### RÉALISATION DES CRITÈRES RELATIFS À LA NUMÉRATION

Le projet de recherche qui vise l'élaboration d'une *grille de matériels didactiques informatisés pour l'apprentissage de la numération au premier cycle du primaire* est guidé par l'objectif général suivant:

**Développer une grille d'analyse qui permette de faire le portrait des matériels didactiques informatisés pour l'enseignement et l'apprentissage de la numération au premier cycle du primaire.**

Le premier volet de la grille, celui que vous commenterez dans le présent document, est centré sur la numération, et poursuit l'objectif spécifique suivant:

**Faire ressortir les critères d'analyse d'ordre mathématique reliés à l'apprentissage de la numération au premier cycle du primaire.**

Les critères relatifs à la numération sont divisés en cinq thèmes. Nous en ferons ici une brève description tout en mentionnant pourquoi ces thèmes ont été choisis et quels sont les auteurs qui les ont inspirés. Les critères de la grille couvrent la très grande majorité des contenus du *Programme de formation de l'école québécoise* (Gouvernement du Québec, 2001b) touchant la numération au premier cycle du primaire. Les critères dont le fondement provient directement du *Programme* sont suivis d'un (P) afin de mieux les démarquer de ceux en provenance des recherches dans le domaine.

Afin d'améliorer l'apprentissage de la numération, nous avons fait ressortir certaines pistes pour son enseignement. Nous les divisons en deux: (1) **le matériel de manipulation**, qui revêt une grande importance (Section A), et (2) **les approches utilisées**, afin de servir au mieux l'apprentissage du système de numération. Ces dernières sont au nombre de trois: (2.1) d'abord une approche qui intègre les désignations orales et écrites des nombres (Section D), (2.2) une approche diversifiée des nombres et de la numération (Section B) et, enfin, (2.3) une approche qui donne un sens aux opérations (Section C).



Ces quatre aspects composent les quatre premières parties de la grille, la cinquième est particulière, car elle est constituée essentiellement d'éléments qui sont tirés du *Programme de formation de l'école québécoise* (Gouvernement du Québec, 2001b). Le *Programme* recommande que l'élève développe des « repères culturels » en mathématiques et il nous est paru important d'en tenir compte et de laisser une place importante à ce volet dans notre grille. Cet aspect compose la section E de la grille.

## **Description des diverses parties de la grille**

### ***A. Matériel de groupement et de regroupement***

La présence d'un bon matériel de groupement et de regroupement est une qualité nécessaire à l'apprentissage et à une compréhension approfondie du système de numération. Plusieurs qualités sont appréciables à l'endroit de ce matériel et les critères de la section A tentent d'en faciliter l'observation. Les critères peuvent porter sur du matériel concret, qui est suggéré par le MDI, ou sur du « matériel virtuel » représenté en images dans le MDI. La section A de la grille a été élaborée principalement grâce aux travaux de Bednarz et Janvier (1986; 1984a; 1984b) ainsi que ceux de Sharma (1993) parce que ces auteurs ont approfondi davantage le sujet. Toutefois, de nombreux auteurs mettent en évidence que le matériel de manipulation doit être présent lors de l'apprentissage de la numération et qu'il doit posséder certaines qualités essentielles. De fait, les critères de la section A s'appuient également sur les travaux de Cox (1975), Brissiaud (1989), Kamii (1990), Van Hout (1994), Baruk (1997), Varelas et Becker (1997) et Roegiers (1998).

### ***B. Nombres et numération***

En analysant les manuels scolaires et les pratiques enseignantes, des chercheurs sont arrivés à la conclusion que l'essentiel de l'enseignement de la numération utilise du matériel séquentiel (par exemple: le tableau de numération) et des procédures toutes faites qui mettent l'accent sur l'application de consignes et de règles d'écriture prescrites (Bednarz et Dufour-Janvier, 1986; Fuson et Kwon, 1991; Sharma, 1993). De ce point de vue, une plus grande variété des stratégies d'enseignement est souhaitable afin de permettre une conception plus riche des nombres et du système de numération



(Van Hout, 1994). Les critères de la section B s'appuient sur les travaux des auteurs ci-haut mentionnés, sur le *Programme de formation de l'école québécoise* (Gouvernement du Québec, 2001b) et sur les travaux de Baruk (1997), Rogiers (1998) et Brissiaud (1989).

### **C. Numération et opérations**

De l'avis de plusieurs auteurs, la compréhension du fonctionnement du système de numération et l'apprentissage des gestes liés aux opérations sont indissociables (Baruk, 1997; Bednarz et Dufour-Janvier, 1986; Brissiaud, 1989; Fayol, 1990; Giroux et Lemoyne, 1998). Selon ces mêmes auteurs, les opérations doivent servir de moyens concrets pour approfondir la compréhension du système de numération. Les problèmes à résoudre doivent se faire en fonction d'actions sur du matériel. Les stratégies d'enseignement utilisées pour introduire les opérations doivent tendre à donner un sens aux gestes liés aux opérations (Bednarz et Dufour-Janvier, 1986). Les critères de la section C s'appuient sur les travaux des auteurs précédemment nommés.

### **D. Désignations orales et écrites**

Selon Fuson (1991), l'écriture des nombres prend son sens dans les nombres nommés. Lorsque l'on cherche à trouver les responsables des difficultés au moment de l'apprentissage de la numération, «les divergences et les oppositions entre les deux systèmes (oral et écrit) expliquent bien des blocages» (Van Hout, 1994, p. 22). Fuson est sans doute l'auteure la plus prolifique et la plus citée à ce sujet. Ainsi, notre grille tient compte de ses travaux (Fuson, 1991; Fuson et Kwon, 1991), mais aussi des travaux de Baruk (1997) qui insistent beaucoup sur le fait que l'enseignement devrait toujours se soucier de rattacher et de comparer l'écriture chiffrée à ce qui se dit. Par ailleurs, Baruk croit que l'erreur la plus souvent commise dans l'enseignement est celle «de ne pas se préoccuper de faire tenir ensemble le *su* et le *lu*, le *lu* et l'*entendu*, l'*entendu* et le *vu* (...)» (p. 15). Les critères de la section D s'appuient sur les travaux des auteurs précédemment nommés et aussi sur les travaux de Brissiaud (1989), Fayol (1990), Giroux et Lemoyne (1998), Sharma (1993), Varelas et Becker (1997).

### **E. Culture, société et numération**

Comme il a été mentionné plus haut, les critères de cette section s'appuient essentiellement sur le contenu de la partie «Repères culturels» du *Programme de formation de l'école*

*québécoise* (Gouvernement du Québec, 2001*b*). Les *repères culturels* « correspondent à des ressources de l'environnement social et culturel pouvant contribuer au développement des diverses compétences » (p. 9). Ils sont partie intégrante des compétences disciplinaires aux côtés des « Savoirs essentiels ». Étant donné l'accent que met le *Programme* sur la formation globale, diversifiée et ouverte sur le monde, nous avons cru particulièrement pertinent d'en tenir compte à l'intérieur de notre grille.

### PARTIE III

#### APPRÉCIATION DE LA GRILLE D'ANALYSE DE MATÉRIEL DIDACTIQUE INFORMATISÉ (MDI) TOUCHANT LA NUMÉRATION AU PREMIER CYCLE DU PRIMAIRE –VOLET NUMÉRATION–

##### Directives concernant l'appréciation de la grille

- Vous trouverez aux pages 11, 12, 13, 14 et 15 les critères de la grille divisés en 5 sections.
- Veuillez indiquer par un chiffre allant de 1 à 4 votre degré d'accord concernant la CLARTÉ et la PERTINENCE pour chacun des critères. Voici la légende:
  - 1 : Fortement en désaccord
  - 2 : En désaccord
  - 3 : En accord
  - 4 : Fortement en accord

Ainsi, nous souhaitons que vous vous prononciez sur la façon dont sont formulés les critères de la grille (clarté de l'énoncé) et sur leur pertinence quant à notre recherche et l'objectif que la grille poursuit.

##### EXEMPLE

CRITÈRES	CLARTÉ				PERTINENCE				COMMENTAIRES
A2– L'activité fournit à l'élève la possibilité de s'appuyer en tout temps sur des images qui représentent du matériel et qu'il peut déplacer.	1	2	3	4	1	2	3	4	
		X					X		

- ✓ La marque dans la case 2 de la colonne CLARTÉ signifie que la personne qui évalue le critère est en **désaccord** avec le fait que la formulation de ce critère soit compréhensible.
- ✓ La marque dans la case 4 de la colonne PERTINENCE signifie que la personne est **fortement en accord** avec la pertinence de ce critère en regard de l'objectif de recherche que poursuit la grille.
- Commentaires

Dès que vous le jugez nécessaire, nous vous invitons à formuler, dans l'espace prévu à cette fin, vos commentaires afin d'éclairer nos décisions lors de la compilation finale des résultats. Nous vous invitons également à répondre à d'autres questions d'ordre plus général à la suite de votre appréciation (voir page 16).

*Merci de votre collaboration! Sachez qu'elle est très importante pour la poursuite de nos travaux.*



GRILLE D'ANALYSE DE MATÉRIEL DIDACTIQUE INFORMATISÉ (MDI)  
TOUCHANT LA NUMÉRATION AU PREMIER CYCLE DU PRIMAIRE

**Section A**

CRITÈRES

clarté

pertinence

COMMENTAIRES

<b><i>A–Matériel de groupement et de regroupement</i></b>	1	2	3	4	1	2	3	4	
A1– L'élève est invité à utiliser du matériel extérieur au MDI afin d'accompagner ses actions –opérations, codage, décodage, etc. (ex. : l'usage de ses doigts).	1	2	3	4	1	2	3	4	
A2– L'activité fournit à l'élève la possibilité de s'appuyer en tout temps sur des images qui représentent du matériel et qu'il peut déplacer.	1	2	3	4	1	2	3	4	
– Les critères qui suivent s'appliquent autant au matériel virtuel qu'au matériel de manipulation suggéré par le MDI, mais extérieur à celui-ci (fourni ou non) –									
A3– Le matériel, représenté dans l'activité, permet à l'élève d'exécuter des actions comme faire et défaire des groupements, faire et défaire des regroupements, enlever et rajouter des éléments.	1	2	3	4	1	2	3	4	
A4– Le matériel représenté dans l'activité rend visible à l'élève les groupements et les regroupements.	1	2	3	4	1	2	3	4	
A5– Le matériel représenté dans l'activité rend visible ou accessible à l'élève la règle de groupement.	1	2	3	4	1	2	3	4	
A6– Le matériel représenté dans l'activité permet d'opérer (de faire des opérations) sur les groupements.	1	2	3	4	1	2	3	4	
A7– Le matériel représenté dans l'activité comporte au moins deux niveaux de groupements (ex. : les dizaines et les centaines).	1	2	3	4	1	2	3	4	
A8– Le matériel permet de voir la taille relative des unités, des dizaines et des centaines.	1	2	3	4	1	2	3	4	
A9– Le matériel représenté dans l'activité est familier à l'enfant et près du réel.	1	2	3	4	1	2	3	4	
A10– Le matériel permet la représentation des grands nombres facilement et efficacement.									
A11– Les opérations sont rattachées à un contexte qui donne du sens à la tâche. Les procédures de calcul sur des codes ont un sens en ce qui concerne les actions à poser sur du matériel.	1	2	3	4	1	2	3	4	
A12– Les unités de mesure conventionnelles (m, dm, cm) sont aussi utilisées comme matériel concret afin d'enrichir la compréhension du système de numération. (P <sup>1</sup> )	1	2	3	4	1	2	3	4	

<sup>1</sup> Le Programme suggère l'introduction à l'usage des unités de mesure, mais il n'en suggère pas l'usage comme matériel de manipulation.

## Section B

CRITÈRES	Clarté	pertinence	COMMENTAIRES
<b><i>B– Nombres et numération</i></b>	1 2 3 4	1 2 3 4	
B1– L'élève est amené à distinguer les nombres qui représentent des quantités de ceux qui sont porteur d'un autre sens (ex. : une position, une adresse, un numéro de loterie, le numéro d'une page à lire, etc.)	1 2 3 4	1 2 3 4	
B2– L'élève est amené à placer la suite des nombres de façon croissante.	1 2 3 4	1 2 3 4	
B3– L'élève est amené à placer la suite des nombres de façon décroissante.	1 2 3 4	1 2 3 4	
B4– L'élève est amené à identifier les nombres qui viennent avant et après un nombre.	1 2 3 4	1 2 3 4	
B5– L'élève est invité à recourir au comptage ou au dénombrement. (P)	1 2 3 4	1 2 3 4	
B6– L'élève est invité à décomposer des nombres de 0 à 999. (Exemple: Trouver le nombre de centaines, de dizaines et d'unités comprises dans le nombre 428) (P)	1 2 3 4	1 2 3 4	
B7– L'élève est invité à comparer des nombres de 0 à 999. (P)	1 2 3 4	1 2 3 4	
B8– L'élève est invité à ordonner des nombres de 0 à 999. (P)	1 2 3 4	1 2 3 4	
B9– L'élève est invité à classer des nombres de 0 à 999. (P)	1 2 3 4	1 2 3 4	
B10– L'élève est amené à anticiper la suite des nombres.	1 2 3 4	1 2 3 4	
B11– L'élève est invité à écouter une consigne sur la suite des nombres et à exécuter la tâche demandée.	1 2 3 4	1 2 3 4	
B12– L'élève est amené à identifier le rang d'un nombre placé dans un ordre donné.	1 2 3 4	1 2 3 4	
B13– L'élève est amené à observer des régularités dans la suite des nombres et à identifier la régularité.	1 2 3 4	1 2 3 4	
B14– L'élève est amené à continuer une suite selon une certaine régularité.	1 2 3 4	1 2 3 4	
B15– L'élève est amené à imaginer ou à inventer des régularités dans la suite des nombres.	1 2 3 4	1 2 3 4	
B16– L'élève est amené à faire une distinction nette entre les termes « chiffre » et « nombre ».	1 2 3 4	1 2 3 4	



## Section C

CRITÈRES	clarté				pertinence				COMMENTAIRES
<b>C–Numération et opérations</b>	1	2	3	4	1	2	3	4	
C1– L'élève est invité à faire des opérations où il doit défaire ou refaire un ou des groupements.	1	2	3	4	1	2	3	4	
C2– L'élève est invité à faire des opérations où il doit coordonner au moins deux groupements à la fois.	1	2	3	4	1	2	3	4	
C3– L'élève est invité à choisir l'opération appropriée selon le problème présenté (addition et soustraction). (P)	1	2	3	4	1	2	3	4	
C4– L'élève est invité à faire des additions qui comportent différents sens comme l'ajout, la réunion, la comparaison. (P)	1	2	3	4	1	2	3	4	
C5– L'élève est invité à faire des soustractions qui comportent différents sens comme le retrait, le complément, la comparaison. (P)	1	2	3	4	1	2	3	4	
C6– L'élève est invité à faire des multiplications qui comportent différents sens comme l'addition répétée, le produit cartésien, etc. (P)	1	2	3	4	1	2	3	4	
C7– L'élève est invité à faire des divisions qui comportent différents sens comme la soustraction répétée, le partage, la contenance. (P)	1	2	3	4	1	2	3	4	
C8– L'élève est invité à faire des approximations du résultat d'opérations. (P)	1	2	3	4	1	2	3	4	
C9– L'élève est invité à faire des calculs mentaux. (P)	1	2	3	4	1	2	3	4	
C10– L'élève est invité à développer ses processus personnels de calcul mental. (P)	1	2	3	4	1	2	3	4	
C11– L'élève est invité à réfléchir à ses processus personnels de calcul mental. (P)	1	2	3	4	1	2	3	4	
C12– L'élève est invité à faire du calcul écrit selon ses processus personnels (les processus conventionnels sont au programme du deuxième cycle seulement) (P)	1	2	3	4	1	2	3	4	
C13– Le zéro est parfois introduit à la position de gauche dans le nombre.	1	2	3	4	1	2	3	4	



## Section D

CRITÈRES	clarté				pertinence				COMMENTAIRES
<b><i>D– Désignations orales et écrites</i></b>	1	2	3	4	1	2	3	4	
D1– Les activités que proposent le MDI rattachent régulièrement l'écriture chiffrée des nombres à la forme orale de ceux-ci.	1	2	3	4	1	2	3	4	
<b><i>Numération orale</i></b>									
D2– L'élève est amené à différencier les divers mots numériques (ex. : différencier oralement le mot « six » du mot « dix »).	1	2	3	4	1	2	3	4	
D3– L'élève est invité à comparer les sonorités semblables des nombres. Ex. TRente =>TROis; QUarante=> QUatre; CINQante =>CINQ; Soixante => sifflement du « six », etc.	1	2	3	4	1	2	3	4	
D4– L'élève est invité à dire à haute voix des nombres.	1	2	3	4	1	2	3	4	
D5– L'élève est invité à dire à haute voix des nombres écrits en chiffres et en lettres.	1	2	3	4	1	2	3	4	
D6– L'élève est amené à voir le sens du mot unité comme étant «un» sous la forme nominale.	1	2	3	4	1	2	3	4	
D7– L'élève est amené à voir le sens du mot dizaine comme étant «dix» sous la forme nominale.	1	2	3	4	1	2	3	4	
D8– L'élève est amené à voir le sens du mot centaine comme étant «cent» sous la forme nominale.	1	2	3	4	1	2	3	4	
D9– L'élève est amené à trouver le bon nombre à la suite d'une consigne dite oralement.	1	2	3	4	1	2	3	4	
D10– L'élève est amené à distinguer certains termes complexes à l'oral. (ex. quatre-vingts, soixante-dix, onze, douze, treize, etc.)	1	2	3	4	1	2	3	4	
D11– L'élève est amené à faire la lecture des nombres sous forme alphabétique et numérique.	1	2	3	4	1	2	3	4	
<b><i>Numération écrite</i></b>									
D12– L'élève est amené à faire l'écriture des nombres sous forme alphabétique et numérique.	1	2	3	4	1	2	3	4	
D13– L'élève est invité à comparer l'écriture chiffrée des nombres à leur écriture en lettres.	1	2	3	4	1	2	3	4	
D14– L'élève est amené à identifier les différentes calligraphies des symboles (2, 2, etc.).	1	2	3	4	1	2	3	4	
D15– L'élève est amené à différencier les divers symboles numériques (ex. : différencier les symboles comme 6 et 9, 2 et 5, etc.).	1	2	3	4	1	2	3	4	
D16– L'élève est amené à représenter des nombres sous différentes formes (ex. : chiffres romains, arabes, etc.).	1	2	3	4	1	2	3	4	

## Section E

CRITÈRES	clarté	pertinence	COMMENTAIRES
<b><i>E. Culture, société et numération</i></b>			
E1– L'élève est invité à apprendre et/ou à se questionner sur certains aspects de l'origine des nombres ou de leur création. (P)	1 2 3 4	1 2 3 4	
E2– L'élève est invité à apprendre et/ou à se questionner sur un ou sur certains aspects de l'évolution dans l'écriture des nombres (ex.: traits, chiffres, zéro, etc.). (P)	1 2 3 4	1 2 3 4	
E3– L'élève est amené à travailler la numération et les opérations dans différents contextes sociaux (ex.: des prix, des quantités, des masses, des grandeurs, etc.). (P)	1 2 3 4	1 2 3 4	
E4– L'élève est invité à apprendre et/ou à se questionner sur un ou sur certains aspects de l'évolution de la technologie destinée à faire des opérations sur les nombres (ex.: bâtonnets, trait, boulier, abaque, calculatrice, ordinateur, etc.). (P)	1 2 3 4	1 2 3 4	
E5– L'élève est invité à apprendre et/ou à se questionner sur les avantages et les limites des outils qui permettent d'exécuter des opérations (ex.: bâtonnets, traits, boulier, abaque, calculatrice, ordinateur, etc.). (P)	1 2 3 4	1 2 3 4	
E6– L'élève est mis en situation où il doit communiquer les résultats de ses opérations (ex.: au moyen du langage parlé, du langage écrit, de simulation d'actions ou d'autres symbolisations). (P)	1 2 3 4	1 2 3 4	
E7– Les unités de temps sont présentées à l'élève comme une occasion de travailler la numération avec des bases autres que celle de dix. (minute, seconde, jour, mois) (P <sup>1</sup> )	1 2 3 4	1 2 3 4	

<sup>1</sup> Le Programme suggère l'introduction à l'usage des unités de temps, mais il n'en suggère pas l'usage comme occasion de travailler la numération avec des bases autres que celle de dix.

## QUESTIONS ET COMMENTAIRES

1. 1. À la suite de votre appréciation de la grille, souhaitez-vous proposer d'autres critères qui n'y figurent pas actuellement? Si oui, précisez quels seraient-ils.

2. Avez-vous des commentaires généraux à formuler concernant cette grille?

*Merci de votre collaboration!*



## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Astolfi, J.-P., Darot, E., Ginsburger-Vogel, Y. et Toussaint, J. (1997). *Pratiques de formation en didactique des sciences*. Bruxelles: De Boeck.
- Baruk, S. (1997). *Comptes pour petits et grands*. Paris: Éditions Magnard.
- Bednarz, N. (1991). Interactions sociales et construction d'un système d'écriture des nombres en classe primaire. In C. Garnier, N. Berdnarz et I. Ulanovskaya, *Après Vygotski et Piaget: perspectives sociale et constructiviste. Écoles russe et occidentale* (p. 51-67). Bruxelles: De Boeck Wesmael.
- Bednarz, N. et Dufour-Janvier, B. (1986). Une étude des conceptions inappropriées développées par les enfants dans l'apprentissage de la numération au primaire. *European Journal of Psychology of Education*, 1(2), 17-33.
- Bednarz, N. et Janvier, B. (1984a). La numération: les difficultés suscitées par son apprentissage. *Revue Grand N*, 33, 5-31.
- Bednarz, N., et Janvier, B. (1984b). La numération: une stratégie didactique cherchant à favoriser une meilleure compréhension. *Revue Grand N*, 34, 5-17.
- Bertoletti, M. C. et Dahlet, P. (1984). Manuels et matériels scolaires pour l'apprentissage du F.L.S. *Le français dans le monde*, 186, 43-48.
- Brissiaud, R. (1989). *Comment les enfants apprennent à calculer. Au-delà de Piaget et de la théorie des ensembles*. Paris: Éditions Retz.
- Brien, R., J. Bourdeau et Rocheleau, J. (1999). L'interactivité dans l'apprentissage: la perspective des sciences cognitives. *Revue des sciences de l'Éducation*, XXV(1), 17-34.
- Brossard, L. (2000). Maintenir le cap sur les finalités: Entrevue avec Michel Develay. *Vie pédagogique*, 117, 5-9.
- Brunswic, E. et Valérien, J. (1995). *Planification du développement des manuels scolaires*. Paris: UNESCO.
- Cajori, F. (1928) A history of mathematical notations (Vol. 1 – Notations in elementary mathematics). Chicago: Paquin Printers.
- Chaput, N. (1998). *Essai de construction d'une grille pour l'analyse de matériels éducatifs informatisés destinés à l'apprentissage et à l'enseignement du concept de nombre naturel*. Mémoire de maîtrise, Université de Sherbrooke, Sherbrooke, Québec.
- Conférence des recteurs et des principaux des universités du Québec. (1996). *Rapport sur le développement des NTIC dans le réseau universitaire québécois*. Montréal: CRÉPUQ.
- Conseil supérieur de l'éducation. (2000). *Rapport annuel 1999-2000 sur l'état et les besoins de l'éducation. Éducation et nouvelles technologies: pour une intégration réussie dans l'enseignement et l'apprentissage*. Québec: Les Publications du Québec.
- Conseil supérieur de l'éducation. (1994). *Rapport annuel 1993-1994 sur l'état et les besoins de l'éducation. Les nouvelles technologies de l'information et de la communication: des engagements pressants*. Québec: Les Publications du Québec.
- Corbo C. (2001). Les enjeux essentiels d'une réforme scolaire annoncée. *Vie pédagogique*, 121, 6-9.

- Cox, L. S. (1975). Diagnosing and remediating systematic errors in addition and subtraction computations. *The Arithmetic Teacher*, 22(2), 151–157.
- Dorgan, K. (1994). What textbooks offer for instruction in fraction concepts. *Teaching Children Mathematics*, novembre 1994, 150–155.
- Depover, C. (1994). Problématique et spécificité de l'évaluation des dispositifs de formation multimédias. *Éducatechnologique*, Document téléaccessible à l'adresse URL: <[http://www.fse.ulaval.ca/fac/ten/reveduc/html/vol1/vol1\\_no3.html](http://www.fse.ulaval.ca/fac/ten/reveduc/html/vol1/vol1_no3.html)>
- Dubois, C., Fénichel, M. et Pauvert, M. (1993). *Se former pour enseigner les mathématiques. Tome 3*. Paris: Armand Colin.
- Dupuis, F. (2001). *Matériel pour l'utilisation d'Internet dans un environnement d'apprentissage coopératif*. Essai de maîtrise, Université de Sherbrooke, Sherbrooke, Québec.
- Fayol, M. (1990). *L'enfant et le nombre. Du comptage à la résolution de problèmes*. Neuchâtel Paris: Delachaux et Niestlé.
- Fleury, M. (1994). Implications de certains principes de design pour le concepteur de systèmes multimédias interactifs. *Éducatechnologique*, 1(3). Document téléaccessible à l'adresse URL: <[http://www.fse.ulaval.ca/fac/ten/reveduc/html/vol1/vol1\\_no3.html](http://www.fse.ulaval.ca/fac/ten/reveduc/html/vol1/vol1_no3.html)>.
- Francoeur, P. (2002). Dans le sillage de la réforme scolaire, repositionner les moyens d'enseignement. *Vie pédagogique*, 124, 42–45.
- Fuson, C. K. (1991). Relations entre comptage et cardinalité chez les enfants de 2 à 8 ans. In J. Bideaud, C. Meljac et J. P. Fisher (dir.), *Les chemins du nombre* (p.351–374). Lille: Presses universitaires de Lille.
- Fuson, C. K. et Kwon Y. (1991). Systèmes de mots-nombres et autres outils culturels: effets sur les premiers calculs de l'enfant. In J. Bideaud, C. Meljac et J.P. Fisher (dir.), *Les chemins du nombre* (p.351–374). Lille: Presses universitaires de Lille.
- Gauthier, B. (dir.). (1997). *Recherche sociale: de la problématique à la recherche de données*. (3<sup>e</sup> éd.) Sainte-Foy: Presses de l'Université du Québec.
- Giardina, M. et Laurier, M. (1999). Modélisation de l'apprenant et interactivité. *Revue des sciences de l'Éducation*, XXV(1), 35–59.
- Giroux, J. et Lemoyne G. (1998). Coordination of knowledge of numeration and arithmetic operations on first grade students. *Educational Studies in Mathematics*, 35, 283–301.
- Gouvernement du Québec. (2002). *Guide d'évaluation de matériel didactique informatisé*. Québec: Ministère de l'Éducation.
- Gouvernement du Québec. (2001a). *Analyse des besoins en contenus numériques dans le milieu scolaire québécois*. Québec: Direction des ressources didactiques du ministère de l'Éducation et Direction de l'autoroute de l'information.
- Gouvernement du Québec. (2001b). *Programme de formation de l'école québécoise: éducation préscolaire, enseignement primaire*. Québec: Ministère de l'Éducation.



- Gouvernement du Québec. (2000). *RÉCIT, Actualisation du réseau des CEMIS: Orientations ministérielles*. Québec: Ministère de l'Éducation. Document téléaccessible à l'adresse URL: <<http://www.meq.gouv.qc.ca/drd/tic/recit.html>>.
- Gouvernement du Québec. (1997a). *Réaffirmer l'école: Rapport du Groupe de travail sur la réforme du curriculum*. Québec: Ministère de l'Éducation.
- Gouvernement du Québec. (1997b). *L'école tout un programme: Énoncé de politique éducative*. Québec: Ministère de l'Éducation.
- Gouvernement du Québec. (1996a). *Les États généraux sur l'éducation 1995–1996: Exposé de la situation*. Québec: Ministère de l'Éducation.
- Gouvernement du Québec. (1996b). *Les technologies de l'information et de la communication en éducation: Plan d'intervention*. Québec: Ministère de l'Éducation.
- Gouvernement du Québec. (1994). *Préparer les jeunes au 21<sup>e</sup> siècle*. Québec: Ministère de l'Éducation.
- Gouvernement du Québec. (1989). *Grille d'évaluation de didacticiels*. Québec: Ministère de l'Éducation.
- Ifrah, G. (1994). *Histoire universelle des chiffres. (Vol. 1)*. Paris: Éditions Robert Laffont (1<sup>re</sup> éd. 1981).
- Jacquinot, G. (1997). Entretien avec Geneviève Jacquinot. In Meunier, C. *Points de vue sur le multimédia interactif en éducation: entretiens avec 13 spécialistes européens et nord-américains*, (p. 75–94). Montréal: Chenelière/McGraw–Hill.
- Jacquinot, G. et C. Meunier. (1999). L'interactivité au service de l'apprentissage. *Revue des sciences de l'Éducation*, XXV(1), 3–15.
- Jones, G. A. et Thornton, C. A. (1993). Children's understanding of place value: a framework for curriculum development and assessment. *Research in Review*, 48(5), 12–18.
- Kamii, C. (1990). *Les jeunes enfants réinventent l'arithmétique*. (Trad. S. Montandon). Berne: Peter Lang.
- Laberge, C. (2002). Les TIC à l'école... 5 ans plus tard: et après? *Bulletin FSE*, mai–juin 2002, 6–7. Document téléaccessible à l'adresse URL: <<http://www.ceq.qc.ca/bullefse/mai02/tdm.htm>>
- Laurent, P. (1989). *Grille d'évaluation formative de didacticiels. Version 1.0*. Québec: Ministère de l'Éducation. DRD–89–0160
- Lefrançois, R. (1992). *Stratégies de recherche en sciences sociales: Applications à la gérontologie*. Montréal: Presses de l'Université de Montréal.
- Mataigne, B. (1987). *L'évaluation des didacticiels*. Québec: Publication québécoise.
- Mayer, R. et Ouellet, F. (1991). *Méthodologie de recherche pour les intervenants sociaux*. Boucherville: Gaëtan Morin Éditeur.
- Mayer, R. E., Sims, V. K. et Tajika, H. (1995). A comparison of how textbooks teach mathematical problem solving in Japan and the United States. *American Educational Research Journal*, 32(2), 443–452.
- Mayer, L. A., Crummey, L. et Greer, E.A. (1988). Elementary science textbooks: Their contents, text characteristics, and comprehensibility. *Journal of Research in Science Teaching*, 25(6), 435–463.



- Meunier, C. (1997). *Points de vue sur le multimédia interactif en éducation: entretiens avec 13 spécialistes européens et nord-américains*. Montréal: Chenelière/McGraw-Hill.
- Migneault, R. (2002). Le manuel scolaire et la pédagogie différenciée. *Vie pédagogique*, 124, 13–16.
- Monette, M. (2002). Le matériel didactique de base: Faut-il en faire une histoire? *Vie pédagogique*, 124, 17–19.
- Ouellet, A. (1981). *Processus de recherche: Une approche systématique*. Sillery: Presses de l'Université du Québec.
- Perret, J.-F. (1985). *Comprendre l'écriture des nombres*. Berne: Peter Lang.
- Poirier, L. (2001). Enseigner les maths au primaire: Notes didactiques. Saint-Laurent: Éditions du Renouveau pédagogique.
- Rhéhaume, J. (1996). *Méthode pratique d'analyse de logiciels éducatifs*. Document téléaccessible à l'adresse URL: <<http://www.fse.ulaval.ca/fac/ten/cours/html/methanal.html>>.
- Richaudeau, F. (1979). *Éléments pour un examen critique des manuels scolaires*. Paris: UNESCO.
- Rocheleau, J. (2001). *Indicateurs potentiels pour l'évaluation des produits éducatifs*. Document de travail. Université du Québec à Chicoutimi. Document téléaccessible à l'adresse URL: <<http://www.cjonquiere.qc.ca/maitrisentic/Documents%20globaux/IndicPEv2.pdf>>.
- Roegiers, X. (1998). *Les mathématiques à l'école élémentaire (Vol. 1 – Cadre de référence et contenus mathématiques: les nombres, la numération et les opérations)*. Paris Bruxelles: De Boeck et Larcier.
- Sabourin, A. (1950). La méthodologie de la numération. *Les conférences pédagogiques*, VII(7), 85–101.
- Sasseville, B. (2002, mai). *Qu'est-ce qui pourrait aider les enseignants à utiliser davantage l'ordinateur en classe?* Communication présentée au 70<sup>e</sup> congrès annuel de l'ACFAS. Université Laval, Québec.
- Sharma, M. C. (1993). Place value concept: How children learn it and how to teach it. *Math Notebook*, 10(1–2), 1–23.
- Simard, D. (2001). L'approche par compétences marque-t-elle le naufrage de l'approche culturelle dans l'enseignement? *Vie pédagogique*, 121, 19–23.
- Sloane, H. N., Myers, G. H., Gunn, C. et Mickelsen, V. G. (1989). *Evaluating Educational Software*. New York: Springer-Verlag.
- Strauven, C. (1991). *Vade-Mecum pédagogique de l'auteur et de l'évaluateur de manuels scolaires*. Liège: Université de Liège, Service de développement et d'évaluation de programmes de formation.
- Van Hout, G. (1994). *Et que le nombre soit!* Bruxelles: De Boeck Wesmael.
- Varelas, M. et Becker, J. (1997). Children's developing understanding of place value: Semiotic aspects. *Cognition and Instruction*, 15(2), 265–286.
- Warusfel, A. (1961). *Les nombres et leurs mystères*. Paris: Éditions du Seuil.

## **ANNEXE C**

### **LISTE DES MDI DISPONIBLES AU CENTRE DES RESSOURCES PÉDAGOGIQUES (CRP) DE L'UNIVERSITÉ DE SHERBROOKE**

*Liste des cédéroms disponibles au CRP*

**Août 2002**

**Légende:** *H (hybrides: Macintosh et Windows) W (Windows) M (Macintosh)*

*Gras: en commande*

*\* : 5 copies*

<u>Cote</u>	<u>Environnement</u>	<u>Titre</u>
		-A-
LOG-1.6.T76 1996	(M)	3 ballons: Alphabet-Formes-Nombres (numération, 3-6 ans)
LOG-6.J32 1997	(H)	1000 Façons de grandir (5-10 ans)
LOG-5.M3 1999		100 comptines (Audio)
LOG-1.6.C46 1999	(H)	101 exercices pour l'éveil des 3-5 ans
LOG-1.5.C46 1999	(H)	103 découvertes - Un labo de physique pour les 9-12 ans
LOG-1.5.A41 1998	(M)	À la découverte de la vie (8-14 ans)
LOG-1.5.E91 1999	(H)	À la découverte de la vie (Petits Débrouillards)
LOG-1.6.A2 1997	(H)	AB Cirque
LOG-2.A32 1995	(H)	ABC...Z: le dictionnaire visuel multilingue
LOG-1.5.A3 1999	(H)	Adibou 4-7 ans
LOG-1.5.A3 1999	(W)	Adibou 4-7 ans et +
LOG-5.O61 1999	(M)	Album secret de l'oncle Ernest
LOG-7.A43 1996	(H)	Alexandre Graham Bell
LOG-5.A44 2000	(H)	Alice au pays des merveilles
LOG-1.6.A54 1995	(M)	Ani'malins #1 (4-8 ans)
LOG-1.9.A642 1994	(M)	Ani'malins #2* (4-12 ans)
LOG-1.9.A643 1995	(M)	Ani'malins #3* (8-16 ans)
LOG-4.A66 1995	(W)	Apprendre à utiliser l'ordinateur
LOG-1.2.A72 1997	(W)	Arcane -Algèbre
LOG-1.7.A77 1997	(H)	Art passion!
LOG-2.A74 1996	(W)	Atlas du monde et almanach
LOG-1.5.A76 1999	(H)	Atomes crochus pour la chimie-Jeux de chimie
LOG-1.5.A91 1997M	(M)	Au coeur des planètes
LOG-1.5.E9 1999	(H)	Autour des planètes Voir Petits Débrouillards
LOG-1.5.M36 2000	(H)	Aventure Météo Voir Mango Plumo
		-B-
LOG-1.1.B34 1996	(H)	Balade - lecture à l'horizon (6 ans +)
LOG-1.1.B37 1996V.1	(M)	Bases du français 7-9 ans
LOG-1.1.B37 1996V.2	(M)	Bases du français 9-11 ans
LOG-1.1.B37 1996 V.3	(M)	Bases du français 11-13 ans
LOG-1.1.B37 1996 V.4	(M)	Bases du français 13-15 ans
★ LOG-1.2.B46 1996	(H)	Benjamin joue avec les chiffres (4-7 ans)
LOG-1.1.B46 1997	(H)	Benjamin joue avec les mots (4-7 ans)
LOG-2.B52 1996	(W)	Bibliorom Larousse
LOG-1.5.B56 1994	(W)	Biomes et cycles naturels
LOG-1.1.B64 1995	(H)	Boîte à mots (3-7 ans)



LOG-1.5.B873 1996		(W)	Bus magique, corps humain (0-10 ans)
LOG-1.5.B872 1996		(W)	Bus magique, explore l'océan (6-10 ans)
			-C-
LOG-2.C47 1999		(M)	CD Scientifix (périodique : "Les débrouillards" et "Hebdo-Sciences", 1982-1998)
LOG-1.7.C52 1996		(H)	Chansons du monde pour enfants (4-8 ans)
LOG-1.1.C53 1995		(W)	Chat qui revient (7-11 ans)
LOG-1.5.C53 2000		(H)	Cinq sens
LOG-1.5.M32 1995		(W)	Comment ça marche
LOG-1.1.V36 1996		(W)	Communication écrite
LOG-1.6.P47 V.1		(H)	Comptines de Caramel et Annabelle 1 (3-8 ans)
LOG-1.6.P47 V.2		(H)	Comptines de Caramel et Annabelle 2 (3-8 ans)
LOG-1.5.C67 1995		(W)	Corps humain 4.0
LOG-1.2.C72 1997		(W)	Crac Math 2 (6-8 ans)
LOG-2.C92 1996		(W)	Cyberdico
			-D-
LOG-1.3.B66 1997		(H)	2000 (Deux mille) ans de civilisation occidentale
LOG-1.5.C723 1995		(H)	David le dauphin (4-8 ans)
LOG-1.3.D47 1996		(H)	Destination Chine & Mongolie
LOG-2.D52 1997		(M)	DHM 98 -Dictionnaire Hachette Multimédia 1998
LOG-1.6.D72 1996		(H)	Dragor le Dragon (5-10 ans)
			-E-
LOG-1.5.E26 1996		(W)	Écocycle (secondaire)
LOG-1.3.E49 1998		(H)	Égypte éternelle (2 cd: Ramses II, Toutankhamon)
LOG-1.5.C50 1999		(H)	Électricité et magnétisme
LOG-2.E523 1997		(H)	Encyclopédie des hommes célèbres
LOG-2.E53 1996M		(M)	Encyclopédie des sciences
LOG-2.E536 1996M		(M)	Encyclopédie du corps humain
LOG-2.E536 1996P		(W)	Encyclopédie du corps humain
LOG-2.E52 1997		(W)	Encyclopédie Encarta 98
LOG-1.1.E58 1996		(W)	Entraînement à la lecture (EducData)(7-9 ans)A, B, 101 dictées
LOG-1.5.E64 1997		(W)	Éole météo
LOG-1.5.E7 1999		(W)	Espace + lunettes 3 D
LOG-1.2.E93 1997		(W)	Exercices de Mathématique: remise à niveau en mathématiques
LOG-1.3.E96 1997		(H)	Explorateurs du nouveau monde
			-F-
LOG-5.F3 1996			Fables -La Fontaine (audio)
LOG-6.F30 2001		(H)	Fables de la Fontaine en chansons (7-14 ans)
LOG-5.O62 1999		(M)	Fabuleux voyage de l'oncle Ernest
LOG-1.7.F34 1995		(M)	Faites de la musique, c'est un jeu d'enfants (5-12 ans)
LOG-1.2.F47 1996		(H)	Fête et maths*(numération, concept des nombres 4-8 ans)
LOG-1.9.R454 1997		(W)	Français et maths avec Jonathan, 8-9 ans



LOG-1.5.B873 1996	(W)	Bus magique, corps humain (6-10 ans)
LOG-1.5.B872 1996	(W)	Bus magique, explore l'océan (6-10 ans)
		-C-
LOG-2.C47 1999	(M)	CD Scientifix (périodique : "Les débrouillards" et "Hebdo-Sciences", 1982-1998)
LOG-1.7.C52 1996	(H)	Chansons du monde pour enfants (4-8 ans)
LOG-1.1.C53 1995	(W)	Chat qui revient (7-11 ans)
LOG-1.5.C53 2000	(H)	Cinq sens
LOG-1.5.M32 1995	(W)	Comment ça marche
LOG-1.1.V36 1996	(W)	Communication écrite
LOG-1.6.P47 V.1	(H)	Comptines de Caramel et Annabelle 1 (3-8 ans)
LOG-1.6.P47 V.2	(H)	Comptines de Caramel et Annabelle 2 (3-8 ans)
LOG-1.5.C67 1995	(W)	Corps humain 4.0
LOG-1.2.C72 1997	(W)	Crac Math 2 (6-8 ans)
LOG-2.C92 1996	(W)	Cyberdico
		-D-
LOG-1.3.B66 1997	(H)	2000 (Deux mille) ans de civilisation occidentale
LOG-1.5.C723 1995	(H)	David le dauphin (4-8 ans)
LOG-1.3.D47 1996	(H)	Destination Chine & Mongolie
LOG-2.D52 1997	(M)	DHM 98 -Dictionnaire Hachette Multimédia 1998
LOG-1.6.D72 1996	(H)	Dragor le Dragon (5-10 ans)
		-E-
LOG-1.5.E26 1996	(W)	Écocycle (secondaire)
LOG-1.3.E49 1998	(H)	Égypte éternelle (2 cd: Ramses II, Toutankhamon)
LOG-1.5.C50 1999	(H)	Électricité et magnétisme
LOG-2.E523 1997	(H)	Encyclopédie des hommes célèbres
LOG-2.E53 1996M	(M)	Encyclopédie des sciences
LOG-2.E536 1996M	(M)	Encyclopédie du corps humain
LOG-2.E536 1996P	(W)	Encyclopédie du corps humain
LOG-2.E52 1997	(W)	Encyclopédie Encarta 98
LOG-1.1.E58 1996	(W)	Entraînement à la lecture (EducData)(7-9 ans)A, B, 101 dictées
LOG-1.5.E64 1997	(W)	Éole météo
LOG-1.5.E7 1999	(W)	Espace + lunettes 3 D
LOG-1.2.E93 1997	(W)	Exercices de Mathématique: remise à niveau en mathématiques
LOG-1.3.E96 1997	(H)	Explorateurs du nouveau monde
		-F-
LOG-5.F3 1996		Fables -La Fontaine (audio)
LOG-6.F30 2001	(H)	Fables de la Fontaine en chansons (7-14 ans)
LOG-5.O62 1999	(M)	Fabuleux voyage de l'oncle Ernest
LOG-1.7.F34 1995	(M)	Faites de la musique, c'est un jeu d'enfants (5-12 ans)
LOG-1.2.F47 1996	(H)	Fête et maths*(numération, concept des nombres 4-8 ans)
LOG-1.9.R454 1997	(W)	Français et maths avec Jonathan, 8-9 ans



LOG-1.9.R455 1997	(W)	Français et maths avec Jonathan, 9-10 ans
LOG-1.9.R456 1997	(W)	Français et maths avec Jonathan, 10-11 ans
LOG-1.9.R45 1997	(W)	Français et maths avec Oscar, 5-6 ans
LOG-1.9.R452 1997	(W)	Français et maths avec Oscar, 6-7 ans
LOG-1.9.R453 1997	(W)	Français et maths avec Oscar, 7-8 ans
LOG-1.1.F8 2000	(H)	Funambule (Le français en action)
		-G-
LOG-1.1.C52 1995 V.2	(W)	Gramr/Junior - Plaisir d'écrire (ED)
LOG-1.1.C52 1995 V.1	(W)	Gramr/Junior-Plaisir d'écrire (GP) (8-14 ans)
LOG-1.7.G77 1998	(W)	Grand Louvre (4 cd)
LOG-1.3.G72 1997	(H)	Grande aventure canadienne
LOG-5.M39 1996	(H)	Grand-mère et moi (3 ans +)
LOG-1.3.I82 1996	(M)	Grands moments du XXe siècle
LOG-1.6.G73 1996	(H)	Grégoire et la montgolfière (5-9 ans)
		-H-
LOG-5.S34 1996	(H)	Harry et la maison hantée (3 ans +)
LOG-1.5.B76 1998	(H)	L'Herbier Marie-Victorin
LOG-2.E538 1998	(W)	Histoire de France
LOG-1.3.H57 1996M	(M)	Histoire du monde
LOG-1.3.L32 1997	(M)	Histoire populaire du Québec
		-I-
LOG-1.1.S52 1995	(W)	Ici à la ferme (7-11 ans)
LOG-5.O6 2000	(M)	Île mystérieuse de l'oncle Ernest
LOG-1.6.I42 1995	(H)	Imagier du Père Castor (2 ans +)
LOG-2.I58 1997	(H)	Inventions et inventeurs
		-J-
LOG-3.J43 1998	(H)	Je joue, je crée avec Le Carnaval des animaux (6-9 ans)
LOG-7.V47 1998	(W)	Jules Verne
		-K-
LOG-1.5.C722 1994	(H)	Kevin, le kangourou (4-8 ans)
LOG-3.K52 1996	(W)	Kid Pix Studio (6-10 ans)
LOG-3.K527 1993	(H)	Kid Works 2 (4-10 ans)
		-L-
LOG-2.L37 1997	(H)	Larousse Multimédia encyclopédique 97
LOG-7.L45 1997	(W)	Léonard de Vinci: l'inventeur
LOG-1.1.L47 1996	(H)	Lettres et les mots (Les) - C'est facile
LOG-5.L33 1995	(H)	Lièvre et la tortue (3 ans +)
LOG-5.V52 1995	(H)	Livre de Lulu - Conte interactif (5 ans +)
LOG-1.5.C72 1994	(H)	Louis le lion (4-8 ans)
		-M-
LOG-3.M32 1996	(H)	Machinamot (9-14 ans)



LOG-2.M36 1996		(M)	Ma première encyclopédie (2 ex.) (4-8 ans)
LOG-1.5.M36 2000		(H)	Mango Plumo - Aventure Météo
LOG-1.5.M37 2001		(H)	Mango Plumo – Voyage dans l'espace
LOG-6.J31 1997		(H)	Manoir hanté (5-10 ans)
LOG-1.2.M37 1996		(H)	Math monde (7-11 ans)
LOG-1.2.M364 1995		(H)	Mathémagique (6-10 ans)
LOG-1.2.M373 1998		(M)	Maths avec les méganautes (6-9 ans)
LOG-1.2.M39 1996		(H)	Maxi Maths (8-12 ans)
LOG-1.5.C5 1999		(H)	Météo et climat
LOG-6.M51 2001		(H)	Mia – Juste à temps
LOG-6.M53 2001		(H)	Mia – Le mystère du chapeau perdu
LOG-6.M52 2001		(H)	Mia – Un périlleux périple pour sauver Mamie Mimi
LOG-1.2.M54 1992		(H)	Millie et la maison des maths* (2-6 ans)
LOG-1.6.M372 1996		(H)	Mini-Loup à l'école (dès 3 ans)
LOG-1.6.M37 1996		(H)	Mini-Loup en vacances (dès 3 ans)
LOG-1.6.M373 1996		(H)	Mini-Loup le petit loup tout fou (dès 3 ans)
LOG-3.M65 1996		(W)	Mon atelier d'écriture (8 ans +)
LOG-3.M653 1996		(M)	Mon château imaginaire (5 ans +)
LOG-1.5.S38 1995		(H)	Mon dico doc: les animaux (5-9 ans)
LOG-1.4.M66		(H)	Mon premier Alphabet multimédia (4 ans +)
LOG-2.M66 1996M		(M)	Mon premier dictionnaire super génial Nathan (3-7 ans)
LOG-2.M66 1996P		(W)	Mon premier dictionnaire super génial Nathan (3-7 ans)
LOG-1.3.M66 1995		(H)	Mon premier tour du monde (4-8 ans)
LOG-1.5.M66 1996		(H)	Monde sous-marin
LOG-1.3.M87 1994		(H)	Musée de l'homme
LOG-3.N87 1997		(H)	Musée de poche (6 ans +)
LOG-1.5.M87 1999		(H)	Musique c'est physique
LOG-1.M97 1997		(H)	Mystère à l'usine
			-N-
			-O-
LOG-1.5.C51 1999		(H)	Océans
LOG-1.5.O23 1998		(M)	Océans et la vie marine
LOG-1.5.O23 1998		(M)	Océans et la vie marine-Encyclopédie de la mer Junior
LOG-1.2.O39 1996		(M)	Odyssée des Zoombinis (Math) (8 ans +)
LOG1.5.O5 1997		(H)	Oiseaux de nos jardins
LOG-1.5.O51 2000		(H)	Oiseaux d'eau
LOG-1.5.C724 1994		(H)	Olaf, l'ours (4-8 ans)
LOG-1.3.L87 1996		(M)	Opération Teddy Bear - BD
LOG-1.1.O77 1997 V.1		(W)	Orthographe 7-8 ans *
LOG-1.1.O77 1997 V.2		(W)	Orthographe 8-9 ans *
LOG-1.1.O77 1997 V.3		(W)	Orthographe 9-10 ans *
LOG-1.1.O77 1997 V.4		(W)	Orthographe 10-11 ans *
			-P-



LOG-1.5.P3 1998		(H)	Papillons Monarques (12-14 ans)
LOG-5.M392 1996		(H)	Petit monstre à l'école
LOG-5.P4 1997		(M)	Petit Prince
LOG-2.P47 1996		(H)	Petit Robert
LOG-1.6.P48 1997		(H)	Petits monstres* (3 ans)
LOG-1.3.P48 1997		(H)	Peuples et civilisations
LOG-1.5.P59 1998		(H)	Physique - Une question de principes - Mots Physique
			-Q-
LOG-1.9.Q8 2000		(H)	Quête de l'eau
			-R-
LOG-1.1.R42 1995 V.A		(H)	Récréaire - A (3-7 ans)
LOG-1.1.R42 1995 V.B		(H)	Récréaire - B (3-7 ans)
LOG-5.R44 1995		(H)	Reine des neiges - Conte
LOG-1.3.R46 1998		(M)	René Lévesque
			-S-
Log-1.5.S34 2000		(H)	Saisons du petit ours brun
LOG-1.1.S37 1996		(H)	Sarah et Simon se rencontrent (4-8 ans)
LOG-1.1.S372 1996		(H)	Sarah et Simon visitent les animaux du monde (4-8 ans)
LOG-1.5.S42 1999		(H)	Secrets de l'univers
LOG-2.S3 1998		(M)	Science & vie (périodique, compilation de 1989 à 1998)
LOG-1.2.S96 1996		(H)	Super-Maths* (8-12 ans)
LOG-1.5.S8 2000		(W)	Sur la terre des dinosaures
LOG-1.5.C52 1999		(H)	Système solaire
			-T-
LOG-1.1.T4 2000		(H)	Tempo
LOG-1.6.T53 1996		(H)	Théo au pays des histoires animées (3-7 ans)
LOG-5.G78 1995		(W)	Thomas Aigle bleu - conte histoire
LOG-1.1.T65 1996		(H)	Tom et Tim: le déclic lecture (3-8 ans)
LOG-1.3.T7 1998		(M)	Trésors canadiens
			-U-
LOG-1.5.U5 1999		(H)	Univers fantastique de l'or dur
			-V-
LOG-5.P76 1995		(M)	Vacances de Caroline (6-8 ans)
LOG-1.5.V4 1998		(W)	Venir au monde
LOG-1.1.V47 1996		(W)	Verboscope (+ disquette LOG-1.1V47 1996a)
LOG-2.V57 1996		(H)	Visuel, dictionnaire multimédia
LOG-1.5.V6 1998		(H)	Volcans (Connaître la terre, Volcans du monde)
LOG-1.2 V69 1995		(H)	Voyage au fond des maths (numération: 5-8 ans)
LOG-1.3.V69 1994		(H)	Voyages de Jacques Cartier

## **ANNEXE D**

### **LISTE DES MATÉRIELS DIDACTIQUES INFORMATISÉS CHOISIS POUR LA MISE À L'ESSAI**



1. *Fête et Maths* (1996). Coll. *Maths et Brillant*. Edmark Corporation.
2. *Français, maths avec Oscar* (6–7 ans) (1997). TLC Edusoft.
3. *Voyage au fond des maths* (5–8 ans) (1995). Magic Quest et Sanctuary Woods multimédia.

**ANNEXE E**

**GRILLE D'ANALYSE TELLE QU'UTILISÉE  
POUR LA MISE À L'ESSAI**

GRILLE D'ANALYSE DE MATÉRIEL DIDACTIQUE INFORMATISÉ (MDI)  
TOUCHANT LA NUMÉRATION AU PREMIER CYCLE DU PRIMAIRE

Légende    0 : Non, jamais  
              1 : Oui, très rarement  
              2 : Oui, rarement  
              3 : Oui, régulièrement  
              4 : Oui, souvent



## VOLET I : LA NUMÉRATION

### Section A : MATÉRIEL DE GROUPEMENT ET DE REGROUPEMENT

## CRITÈRES

## APPRÉCIATION

## COMMENTAIRES

#### *A – Matériel de groupement et de regroupement*

A1– L'élève est invité à utiliser du matériel extérieur au MDI afin d'accompagner ses actions –opérations, codage, décodage, etc. (ex. : l'usage de ses doigts).	0	1	2	3	4	
A2– L'activité fournit à l'élève la possibilité de s'appuyer en tout temps sur des images qui représentent du matériel et qu'il peut déplacer, grouper et dégroupier.	0	1	2	3	4	
– Les critères qui suivent s'appliquent autant au matériel virtuel qu'au matériel de manipulation suggéré par le MDI, mais extérieur à celui-ci (fourni ou non) –						
A3– Le matériel, représenté dans l'activité, permet à l'élève d'exécuter des actions comme faire et défaire des groupements, faire et défaire des regroupements, enlever et rajouter des éléments.	0	1	2	3	4	
A4– Le matériel représenté dans l'activité rend visible à l'élève les groupements et les regroupements.	0	1	2	3	4	
A5– Le matériel représenté dans l'activité rend visible ou accessible à l'élève la règle de groupement.	0	1	2	3	4	
A6– Le matériel représenté dans l'activité permet d'opérer (de faire des opérations) sur les groupements.	0	1	2	3	4	
A7– Le matériel représenté dans l'activité comporte au moins deux niveaux de groupements (ex. : les dizaines et les centaines).	0	1	2	3	4	
A8– Le matériel permet de voir la taille relative des unités, des dizaines et des centaines.	0	1	2	3	4	
A9– Le matériel représenté dans l'activité est familier à l'enfant et près du réel.	0	1	2	3	4	
A10– Le matériel permet la représentation des grands nombres facilement et efficacement.	0	1	2	3	4	
A11– Les opérations sont rattachées à un contexte qui donne du sens à la tâche.	0	1	2	3	4	

## Section B : NOMBRES ET NUMÉRATION

## CRITÈRES

## APPRÉCIATION

## COMMENTAIRES

**B– Nombres et numération**

B1– L'élève est amené à distinguer des nombres qui représentent des quantités et des nombres qui sont porteur d'un autre sens (ex. : une position, une adresse, un numéro de loterie, le numéro d'une page à lire, etc.)	0	1	2	3	4	
B2– L'élève est amené à placer la suite des nombres de façon croissante.	0	1	2	3	4	
B3– L'élève est amené à placer la suite des nombres de façon décroissante.	0	1	2	3	4	
B4– L'élève est amené à identifier les nombres qui viennent avant et après un nombre.	0	1	2	3	4	
B5– L'élève est invité à recourir au comptage ou au dénombrement. (P)	0	1	2	3	4	
B6– L'élève est invité à décomposer des nombres de 0 à 999. (Exemple: Trouver le nombre de centaines, de dizaines et d'unités comprises dans le nombre 428) (P)	0	1	2	3	4	
B7– L'élève est invité à comparer des nombres de 0 à 999. (P)	0	1	2	3	4	
B8– L'élève est invité à ordonner des nombres de 0 à 999. (P)	0	1	2	3	4	
B9– L'élève est invité à classifier des nombres de 0 à 999. (P)	0	1	2	3	4	
B10– L'élève est amené à compléter des suites de nombres, à trouver les nombres qui suivent et ceux précédent.	0	1	2	3	4	
B11– L'élève est invité à écouter une consigne sur une suite de nombres et à exécuter la tâche demandée.	0	1	2	3	4	
B12– L'élève est amené à identifier le rang d'un nombre placé dans un ordre donné.	0	1	2	3	4	
B13– L'élève est amené à observer des régularités dans la suite des nombres et à identifier la régularité.	0	1	2	3	4	
B14– L'élève est amené à continuer une suite selon une certaine régularité.	0	1	2	3	4	
B15– L'élève est amené à imaginer ou à inventer des régularités dans une suite de nombres.	0	1	2	3	4	
B16– L'élève est amené à faire une distinction nette entre les termes « chiffre » et « nombre ».	0	1	2	3	4	



## Section C : NUMÉRATION ET OPÉRATIONS

## CRITÈRES

## APPRÉCIATION

## COMMENTAIRES

### *C-Numération et opérations*

C1- L'élève est invité à faire des opérations qui l'amènent à défaire ou refaire des groupements et des regroupements. (ex. représenter avec du matériel l'opération $42-19$ demande de défaire un groupement de dix unités)	0	1	2	3	4	
C2- L'élève est invité à faire des opérations où il doit coordonner au moins deux groupements à la fois. (ex. représenter avec du matériel l'opération $102-19$ demande de défaire le regroupement de cent et un groupement de dix)	0	1	2	3	4	
C3- L'élève est invité à choisir l'opération appropriée selon le problème présenté (addition et soustraction). (P)	0	1	2	3	4	
C4- L'élève est invité à faire des additions qui comportent différents sens comme l'ajout, la réunion, la comparaison. (P)	0	1	2	3	4	
C5- L'élève est invité à faire des soustractions qui comportent différents sens comme le retrait, le complément, la comparaison. (P)	0	1	2	3	4	
C6- L'élève est invité à faire des multiplications qui comportent différents sens comme l'addition répétée, le produit cartésien, etc. (P)	0	1	2	3	4	
C7- L'élève est invité à faire des divisions qui comportent différents sens comme la soustraction répétée, le partage, la contenance. (P)	0	1	2	3	4	
C8- L'élève est invité à faire des approximations du résultat d'opérations. (P)	0	1	2	3	4	
C9- L'élève est invité à faire des calculs mentaux. (P)	0	1	2	3	4	
C10- L'élève est invité à développer ses processus personnels de calcul mental. (P)	0	1	2	3	4	
C11- L'élève est invité à réfléchir à ses processus personnels de calcul mental. (P)	0	1	2	3	4	
C12- L'élève est invité à faire du calcul écrit selon ses processus personnels (les processus conventionnels sont au programme du deuxième cycle seulement) (P)	0	1	2	3	4	
C13- Le zéro est parfois introduit à la position de gauche dans le nombre.	0	1	2	3	4	
C14- Le zéro est traité pour désigner parfois la quantité et parfois la position dans un nombre.	0	1	2	3	4	
C15- L'élève est invité à trouver la valeur des différents chiffres qui composent un nombre selon la position qu'ils occupent.	0	1	2	3	4	
C16- L'élève est invité à trouver la règle de groupement et de regroupement.	0	1	2	3	4	



## Section D : DÉSIGNATIONS ORALES ET ÉCRITES

## CRITÈRES

## APPRÉCIATION

## COMMENTAIRES

### *D– Désignations orales et écrites*

D1– Les activités que proposent le MDI rattachent l'écriture chiffrée des nombres à la forme orale de ceux-ci.	0	1	2	3	4	
<i>Numération orale</i>						
D2– L'élève est amené à différencier les divers mots numériques (ex. : différencier oralement le mot « six » du mot « dix »).	0	1	2	3	4	
D3– L'élève est invité à comparer les sonorités semblables des nombres. Ex. TRente =>TROis; QUarante=> QUatre; CINQante =>CINQ; Soixante => sifflement du « six », etc.	0	1	2	3	4	
D4– L'élève est invité à dire à haute voix des nombres.	0	1	2	3	4	
D5– L'élève est invité à dire à haute voix des nombres écrits en chiffres et en lettres.	0	1	2	3	4	
D6– L'élève est amené à voir le sens du mot unité comme étant «un» sous la forme nominale.	0	1	2	3	4	
D7– L'élève est amené à voir le sens du mot dizaine comme étant «dix» sous la forme nominale.	0	1	2	3	4	
D8– L'élève est amené à voir le sens du mot centaine comme étant «cent» sous la forme nominale.	0	1	2	3	4	
D9– L'élève est amené à trouver le bon nombre à la suite d'une consigne dite oralement. (ex. de consigne orale « Clique sur la caisse qui contient dix-sept boîtes de conserve. »)	0	1	2	3	4	
D10– L'élève est amené à distinguer certains termes complexes à l'oral. (ex. quatre-vingts, soixante-dix, onze, douze, treize, etc.)	0	1	2	3	4	
D11– L'élève est amené à faire la lecture des nombres sous forme alphabétique et numérique.	0	1	2	3	4	
D12– L'élève est amené à observer les régularités dans la nomination des mots-nombres. (ex. 21, ne se dit pas « vingt-un » mais plutôt « vingt et un », même chose pour « trente et un », etc.)	0	1	2	3	4	
<i>Numération écrite</i>						
D13– L'élève est amené à faire l'écriture des nombres sous forme alphabétique et numérique.	0	1	2	3	4	
D14– L'élève est invité à comparer l'écriture chiffrée des nombres à leur écriture en lettres.	0	1	2	3	4	
D15– L'élève est amené à identifier les différentes calligraphies des symboles (2, 2, etc.).	0	1	2	3	4	
D16– L'élève est amené à différencier les divers symboles numériques (ex. : différencier les symboles comme 6 et 9, 2 et 5, etc.).	0	1	2	3	4	

## Section E : CULTURE, SOCIÉTÉ ET NUMÉRATION

## CRITÈRES

## APPRÉCIATION

## COMMENTAIRES

### *E. Culture, société et numération*

E1– L'élève est invité à apprendre et/ou à se questionner sur certains aspects de l'origine des nombres ou de leur création. (P)	0	1	2	3	4	
E2– L'élève est invité à apprendre et/ou à se questionner sur un ou sur certains aspects de l'évolution dans l'écriture des nombres (ex.: traits, chiffres, zéro, etc.). (P)	0	1	2	3	4	
E3– L'élève est amené à travailler la numération et les opérations dans différents contextes sociaux (ex.: des prix, des quantités, des masses, des grandeurs, etc.). (P)	0	1	2	3	4	
E4– L'élève est invité à apprendre et/ou à se questionner sur un ou sur certains aspects de l'évolution de la technologie destinée à faire des opérations sur les nombres (ex.: bâtonnets, trait, boulier, abaque, calculatrice, ordinateur, etc.). (P)	0	1	2	3	4	
E5– L'élève est invité à apprendre et/ou à se questionner sur les avantages et les limites des outils qui permettent d'exécuter des opérations (ex.: bâtonnets, traits, boulier, abaque, calculatrice, ordinateur, etc.). (P)	0	1	2	3	4	
E6– L'élève est mis en situation où il doit communiquer les résultats de ses opérations (ex.: au moyen du langage parlé, du langage écrit, de simulation d'actions ou d'autres symbolisations). (P)	0	1	2	3	4	
E7– Les unités de temps sont présentées à l'élève comme une occasion de travailler la numération avec des bases autres que celle de dix. (minute, seconde, jour, mois) (P <sup>1</sup> )	0	1	2	3	4	

<sup>1</sup> Le Programme suggère l'introduction à l'usage des unités de temps, mais il n'en suggère pas l'usage comme occasion de travailler la numération avec des bases autres que celle de dix.



## VOLET II: L'INTERACTIVITÉ

Légende	0 : Non, jamais
	1 : Oui, très rarement
	2 : Oui, rarement
	3 : Oui, régulièrement
	4 : Oui, souvent

### Section A: LA STRUCTURATION DU CONTENU

#### A1. L'organisation de l'information

##### CRITÈRES

##### APPRÉCIATION

##### COMMENTAIRES

#### *A1. L'organisation de l'information*

A1.1 Les activités sont divisées en segments portant sur un thème particulier et/ou gravitant autour d'idées connexes. (Fleury)	0	1	2	3	4	
A1.2 Le MDI fait usage de titres. (Fleury)	0	1	2	3	4	
A1.3 Le MDI fait usage d'un plan de contenu. (Fleury)	0	1	2	3	4	
A1.4 Les objectifs d'apprentissage sont présentés à l'élève dès le début des activités. (Richeleau)	0	1	2	3	4	
A1.5 Le niveau de langage des objectifs précisés est adapté à l'élève. (Richeleau)	0	1	2	3	4	
A1.6 Les objectifs d'apprentissage sont numérotés hiérarchiquement ou sont présentés dans une structure signifiante pour l'élève. (Richeleau)	0	1	2	3	4	
A1.7 Le MDI annonce les objectifs d'apprentissage visés dans chacune des sections. (Fleury, Richeleau)	0	1	2	3	4	



## Section A: LA STRUCTURATION DU CONTENU (SUITE)

## A2. L'accessibilité de l'information

## CRITÈRES

## APPRÉCIATION

## COMMENTAIRES

*A2. L'accessibilité de l'information*

A2.1 Les consignes de navigation sont présentées dès le début du MDI. (Richeleau)	0	1	2	3	4	
A2.2 Les procédures de navigation sont complètes et claires. (Fleury)	0	1	2	3	4	
A2.3 Les procédures de navigation sont simples et minimales. (Richeleau)	0	1	2	3	4	
A2.4 Les procédures de navigation sont constantes d'une sections à l'autre du MDI (Richeleau).	0	1	2	3	4	
A2.5 Il est possible d'accéder au menu principal en tout temps.	0	1	2	3	4	
A2.6 Les icônes utilisées sont représentatives des fonctions qu'elles illustrent. (Richeleau)	0	1	2	3	4	
A2.7 Les graphiques et les illustrations sont significatifs et présentent des informations qui servent à soutenir le propos. (Richeleau)	0	1	2	3	4	
A2.8 Les textes à l'écran ne représentent pas plus du quart de la superficie de la page-écran. (Richeleau)	0	1	2	3	4	
A2.9 Les espaces libres de la page-écran représentent au moins le quart de la superficie totale de la page-écran. (Richeleau)	0	1	2	3	4	
A2.10 Les animations sont pertinentes par rapport au contenu. (Richeleau)	0	1	2	3	4	
A2.11 L'information est placée dans des contextes et des situations réalistes. (Fleury)	0	1	2	3	4	
A2.12 Les métaphores d'action les histoires utilisées du MDI sont plausibles. (Richeleau)	0	1	2	3	4	
A2.13 Le MDI utilise des métaphores familières à l'élève pour la transmission des contenus d'apprentissage. (Fleury)	0	1	2	3	4	

## Section A: LA STRUCTURATION DU CONTENU (SUITE)

## A3. Le contrôle de l'information

## CRITÈRES

## APPRÉCIATION

## COMMENTAIRES

*A3. Le contrôle de l'information*

A3.1 Il est possible de régler la vitesse des présentations. (Richeleau)	0	1	2	3	4	
A3.2 Il est possible d'interrompre les activités d'apprentissage ou les présentations de contenus. (Richeleau)	0	1	2	3	4	
A3.3 Il est possible pour l'élève de contrôler la fréquence des évaluations. (Richeleau)	0	1	2	3	4	
A3.4 Le volume du son est contrôlable.	0	1	2	3	4	
A3.5 Il est possible d'accéder au menu principal en tout temps. (Richeleau)	0	1	2	3	4	
A3.6 Il est possible de quitter en tout temps les activités (Richeleau).	0	1	2	3	4	
A3.7 Il est possible de placer des signets en quittant. (Richeleau)	0	1	2	3	4	
A3.8 L'élève peut passer par dessus certaines parties du MDI. (Richeleau)	0	1	2	3	4	
A3.9 L'élève peut refaire des parties d'activités quand il le souhaite. (Richeleau)	0	1	2	3	4	
A3.10 L'élève peut changer l'ordre de présentation. (Richeleau)	0	1	2	3	4	
A3.11 L'élève peut décider du moment où il entreprendra une activité d'auto-évaluation de ses apprentissages. (Richeleau)	0	1	2	3	4	
A3.12 L'élève peut refaire toute activité d'auto-évaluation en tout temps. (Richeleau)	0	1	2	3	4	



## Section B: L'ASSISTANCE À L'ÉLÈVE

### B1. L'assistance fonctionnelle

#### CRITÈRES

#### APPRÉCIATION

#### COMMENTAIRES

#### *B1. Assistance fonctionnelle*

B1.1 Des procédures de soutien touchant la sélection de l'information (séquence, saut, sortie, etc.) sont présentes et accessibles en tout temps. (Fleury; Richeleau)	0	1	2	3	4	
B1.2 Le MDI prévoit l'accès à un lexique informatisé en tout temps.	0	1	2	3	4	
B1.3 Le MDI prévoit des fonctions d'aide à la navigation accessibles aisément.	0	1	2	3	4	
B1.4 Le MDI intègre d'autres type de fonctions d'assistance fonctionnelle. Ex. aide mémoire, dictionnaire, bloc-note, etc.	0	1	2	3	4	

### B2. L'assistance tactique

#### CRITÈRES

#### APPRÉCIATION

#### COMMENTAIRES

#### *B2. Assistance tactique*

<i>Le plan</i>						
B2.1 Il est facile de se repérer dans le MDI. (Richeleau)	0	1	2	3	4	
B2.2 Un plan du MDI est disponible en tout temps ou à partir du menu principal. (Richeleau)	0	1	2	3	4	
B2.3 Le MDI offre des « cartes »* illustrant les interrelations entre les contenus d'apprentissage qu'il vise. (Fleury) *Des plans informatisés qui permettent de voir graphiquement les liens entre les divers contenus.	0	1	2	3	4	
B2.4 Il est possible en tout temps de reconnaître le chemin parcouru et ceux* à parcourir. (Richeleau)	0	1	2	3	4	
B2.5 Le MDI fournit une carte informatisée de déplacements où l'élève peut voir son cheminement. (Beaulieu)	0	1	2	3	4	
<i>Les rétroactions</i>						
B2.6 Le MDI offre des rétroactions de type encouragement (Fleury) qui tentent de motiver l'engagement (départ) de l'élève (Tardif).	0	1	2	3	4	



B2.7 Le MDI offre des rétroactions de type encouragement (Fleury) qui tentent de motiver l'élève pour sa participation (en cours de route) (Tardif).	0	1	2	3	4	
B2.8 Le MDI offre des rétroactions de type encouragement (Fleury) qui saluent la persistance (réussite ou non) de l'élève (Tardif).	0	1	2	3	4	
B2.9 Le MDI offre des rétroactions de mise en en garde constructive. (Fleury, Richeleau)	0	1	2	3	4	
B2.10 Le MDI évite d'accorder des rétroactions à des aspects secondaires au contenu d'apprentissage ciblé. (Fleury)	0	1	2	3	4	
<i>Autres mesures tactiques</i>						
B2.11 Le MDI utilise des stratégies afin de d'orienter l'attention de l'élève sur les contenus d'apprentissage majeurs (vidéoinversée, changement de couleur, changement de police de caractères, utilisation de flèches, etc.). (Fleury)	0	1	2	3	4	
B2.12 Le MDI utilise ces stratégies (critère précédent) de façon constante dans toutes ses sections. (Richeleau)	0	1	2	3	4	
B2.13 Les éléments de contenu préalables sont clairement identifiés et présentés à l'élève dès le début des activités. (Richeleau)	0	1	2	3	4	
B2.14 Si l'élève ne possède pas les éléments de contenu préalables, des activités de mise à niveau sont disponibles. (Richeleau)	0	1	2	3	4	
B2.15 Des procédures de soutien de type activités complémentaires (aide, glossaire, aide en ligne, etc.) sont présentes et accessibles en tout temps. (Fleury, Richeleau)	0	1	2	3	4	
B2.16 Le MDI encourage l'élève, s'il y a lieu, à faire des lectures complémentaires relatives au contenu d'apprentissage ciblé. (Fleury)	0	1	2	3	4	
B2.17 Le MDI suggère à l'occasion des activités encore inexplorées de l'élève. (Beaulieu)	0	1	2	3	4	
B2.18 Le MDI montre les mêmes contenus d'apprentissage dans différents contextes. (Fleury)	0	1	2	3	4	

## Section B: L'ASSISTANCE À L'ÉLÈVE (SUITE)

## B3. Assistance pédagogique–didactique

## CRITÈRES

## APPRÉCIATION

## COMMENTAIRES

*B3. Assistance pédagogique–didactique*

<i>Évaluation et auto-évaluation</i>						
B3.1 Le MDI fournit des moyens de pré-évaluation pour que l'élève vérifie ses connaissances préalables face aux objectifs d'apprentissage visés. (Richeleau)	0	1	2	3	4	
B3.2 Le MDI fournit à l'élève des moyens d'évaluation des apprentissages visés. (Fleury; Richeleau)	0	1	2	3	4	
B3.3 Les moyens d'évaluation renseignent l'élève sur ses connaissances et ses compétences. (Richeleau)	0	1	2	3	4	
B3.4 L'élève est informé des résultats des évaluations. (Richeleau)	0	1	2	3	4	
B3.5 L'élève a la possibilité d'auto-évaluer ses propres performances. (Beaulieu)	0	1	2	3	4	
B3.6 L'élève a la possibilité d'auto-évaluer ses objectifs d'apprentissage personnels. (Beaulieu)	0	1	2	3	4	
<i>Autres moyens pédagogiques</i>						
B3.7 Il est possible pour l'élève de se fixer ses propres objectifs d'apprentissage et d'en préciser les conditions de réalisation. (Richeleau)	0	1	2	3	4	
B3.8 L'élève est invité à réaliser des défis personnalisés. (Richeleau)	0	1	2	3	4	
B3.9 L'élève est invité à soulever ses propres questions face aux apprentissages visés. (Richeleau)	0	1	2	3	4	
B3.10 Le MDI encourage l'élève à faire sa propre formulation d'hypothèse sur une expérience future. (Fleury)	0	1	2	3	4	
B3.11 L'élève peut être invité à se questionner sur les stratégies qu'il a utilisées lors d'une activité. (MEQ)	0	1	2	3	4	
B3.12 Le MDI soulève des questions qui soutiennent l'élève dans l'approfondissement des contenus d'apprentissage. (Beaulieu)	0	1	2	3	4	
B3.13 Certains outils permettent à l'élève de réorganiser de façon cohérente le contenu d'apprentissage et ce dans divers contextes (exemple: faire la confection de schémas ou de figure ) (Richeleau, MEQ)	0	1	2	3	4	

B3.14 Les activités d'apprentissage favorisent la résolution de situation–problèmes. (Richeleau)	0	1	2	3	4	
B3.15 Les activités d'apprentissage favorisent l'étude de cas. (Richeleau)	0	1	2	3	4	
B3.16 Les activités d'apprentissage favorisent l'organisation. (Richeleau)	0	1	2	3	4	
B3.17 Les activités d'apprentissage favorisent la consultation/communication. (Richeleau)	0	1	2	3	4	
B3.18 Les activités d'apprentissage favorisent la production d'information. (Richeleau)	0	1	2	3	4	



**ANNEXE F**

**COMPILATION DES RÉSULTATS NUMÉRIQUES**

## Feuille1

Volet 1	FetM	FMO	VFM	moyenne
A1	0	0	0	0
A2	1	0	0	0,33
A3	2	0	0	0,67
A4	1	0	1	0,67
A5	1	0	1	0,67
A6	1	0	0	0,33
A7	3	0	1	1,33
A8	3	0	1	1,33
A9	0	0	0	0
A10	0	0	1	0,33
A11	1	0	0	0,33
SOMME	13	0	5	
Volet 1	FetM	FMO	VFM	moyenne
B1	0	2	0	0,67
B2	0	2	0	0,67
B3	0	2	0	0,67
B4	0	2	0	0,67
B5	2	2	1	1,67
B6	2	2	2	2
B7	2	2	0	1,33
B8	1	2	0	1
B9	0	0	0	0
B10	0	2	0	0,67
B11	0	0	0	0
B12	0	0	0	0
B13	0	2	0	0,67
B14	0	2	1	1
B15	0	0	0	0
B16	0	0	0	0
SOMME	7	22	4	
Volet 1	FetM	FMO	VFM	moyenne
C1	2	0	0	0,67
C2	2	0	0	0,67
C3	0	1	0	0,33
C4	0	1	0	0,33
C5	0	1	0	0,33
C6	0	0	0	0
C7	0	0	0	0
C8	0	0	0	0
C9	3	2	2	2,33
C10	0	0	0	0

## Feuille1

C11	0	0	0	0
C12	0	0	0	0
C13	0	0	0	0
C14	5	1	2	2,67
C15	1	1	2	1,33
C16	0	0	0	0

SOMME	13	7	6	
-------	----	---	---	--

Volet 1	FetM	FMO	VFM	moyenne
---------	------	-----	-----	---------

D1	3	2	0	1,67
D2	0	0	0	0
D3	0	0	0	0
D4	0	0	0	0
D5	0	0	0	0
D6	0	0	0	0
D7	0	0	0	0
D8	0	0	0	0
D9	3	0	0	1
D10	0	0	0	0
D11	0	4	0	1,33
D12	0	0	0	0
D13	0	4	0	1,33
D14	0	4	0	1,33
D15	0	0	0	0
D16	2	2	2	2

SOMME	8	16	2	
-------	---	----	---	--

Volet 1	FetM	FMO	VFM	moyenne
---------	------	-----	-----	---------

E1	0	0	0	0
E2	0	0	0	0
E3	0	1	1	0,67
E4	0	0	0	0
E5	0	0	0	0
E6	3	2	2	2,33
E7	0	0	1	0,33

SOMME	3	3	4	
-------	---	---	---	--

SOM volet1	44	48	21	
------------	----	----	----	--

Volet 2	FetM	FMO	VFM	moyenne
---------	------	-----	-----	---------

A1.1	3	3	3	3
A1.2	2	3	2	2,33
A1.3	0	0	0	0
A1.4	0	0	0	0
A1.5	0	0	0	0
A1.6	0	0	0	0



A1.7	0	0	0	0
SOMME	5	6	5	
Volet 2	FetM	FMO	VFM	moyenne
A2.1	0	3	1	1,33
A2.2	2	3	1	2
A2.3	4	3	3	3,33
A2.4	4	3	4	3,67
A2.5	4	4	4	4
A2.6	3	3	3	3
A2.7	3	3	2	2,67
A2.8	4	4	4	4
A2.9	4	4	4	4
A2.10	3	2	1	2
A2.11	2	3	2	2,33
A2.12	3	3	3	3
A2.13	2	3	1	2
SOMME	38	41	33	
Volet 2	FetM	FMO	VFM	moyenne
A3.1	0	0	0	0
A3.2	4	4	4	4
A3.3	0	3	0	1
A3.4	0	0	1	0,33
A3.5	4	4	4	4
A3.6	4	4	4	4
A3.7	0	0	0	0
A3.8	2	3	4	3
A3.9	4	3	4	3,67
A3.10	4	3	4	3,67
A3.11	0	0	0	0
A3.12	0	0	0	0
SOMME	22	24	25	
SommeA	65	71	63	
Volet 2	FetM	FMO	VFM	moyenne
B1.1	0	2	0	0,67
B1.2	0	0	0	0
B1.3	0	2	0	0,67
B1.4	0	2	0	0,67
SOMME	0	6	0	
Volet 2	FetM	FMO	VFM	moyenne
B2.1	2	1	0	1
B2.2	3	0	0	1
B2.3	0	0	0	0
B2.4	0	0	0	0

## Feuille1

B2.5	0	0	0	0
B2.6	3	0	0	1
B2.7	2	0	0	0,67
B2.8	3	3	2	2,67
B2.9	1	1	1	1
B2.10	3	3	4	3,33
B2.11	0	2	0	0,67
B2.12	0	3	0	1
B2.13	0	3	0	1
B2.14	0	2	0	0,67
B2.15	0	1	0	0,33
B2.16	0	0	0	0
B2.17	0	0	0	0
B2.18	3	0	2	1,67
SOMME	20	19	9	
Volet 2	FetM	FMO	VFM	moyenne
B3.1	0	0	0	0
B3.2	0	0	0	0
B3.3	0	0	0	0
B3.4	0	1	0	0,33
B3.5	0	0	0	0
B3.6	0	0	0	0
B3.7	0	0	0	0
B3.8	0	0	0	0
B3.9	0	0	0	0
B3.10	0	0	0	0
B3.11	0	0	0	0
B3.12	0	0	0	0
B3.13	0	0	0	0
B3.14	0	0	0	0
B3.15	0	0	0	0
B3.16	0	0	0	0
B3.17	0	0	0	0
B3.18	0	0	0	0
SOMME	0	1	0	
sommeB	20	26	9	
SomVolet2	85	97	72	
SOMGen	129	145	93	